

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**SEDE QUITO**

**Carrera:**  
**INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:**  
**INGENIERO ELECTRÓNICO**

**TEMA:**  
**DISEÑO DE RED DE ARCOTEL UTILIZANDO EL MODELO DE**  
**ARQUITECTURA EMPRESARIAL JERÁRQUICA DE CISCO**

**AUTOR:**  
**JOSUE FERNANDO CAMPO TUPIZA**

**TUTOR:**  
**JUAN CARLOS DOMÍNGUEZ AYALA**

**Quito, agosto 2019**

## **CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR**

Yo, Josue Fernando Campo Tupiza con documento de identificación N°1724031982, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de titulación intitulado: “DISEÑO DE RED DE ARCOTEL UTILIZANDO EL MODELO DE ARQUITECTURA EMPRESARIAL JERÁRQUICA DE CISCO”, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniero Electrónico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



---

Josue Fernando Campo Tupiza  
C.I. 1724031982

Quito, agosto del 2019

## **DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR**

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el Proyecto Técnico, “DISEÑO DE RED DE ARCOTEL UTILIZANDO EL MODELO DE ARQUITECTURA EMPRESARIAL JERÁRQUICA DE CISCO” realizado por Josue Fernando Campo Tupiza, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, agosto del 2019



Juan Carlos Domínguez Ayala  
C.I. 1713195590

## **DEDICATORIA**

Esta tesis está dedicada a:

A mis padres Fabián y Liz, que con todo su amor, cariño y esfuerzo me ha dado la posibilidad de cumplir el sueño más grande que tengo hasta el momento, ser Ingeniero en Electrónica, Mención Telecomunicaciones.

A mis abuelos Georgina y Luis, por los consejos y valores que me han inculcado desde niño. Por ser también como unos padres y por acompañarme en los momentos difíciles.

A mis hermanos Javier y Jonathan, por las risas y los grandes momentos que he vivido junto a ellos; por la motivación que me han dado en todo momento.

A mi familia que se encuentran en el exterior, por estar pendientes siempre de mí a pesar de la distancia que nos separa. Por ser un ejemplo de lucha y perseverancia y demostrarme que con esfuerzo y constancia los sueños se pueden hacer realidad.

A mis compañeros y amigos, por hacer más divertida mi vida en la Universidad. Por las risas y tristezas que he vivido junto a ellos en estos años de la Carrera.

A mis jefes Patricia, Guillermo, Adriana y Ximena por su infinita comprensión, apoyo, paciencia y motivación durante toda mi formación profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero utilizar estas líneas para agradecer infinitamente la ayuda que me han prestado durante todo este tiempo a muchas personas y colegas durante el proceso, desarrollo y redacción de este trabajo investigativo. En primer lugar, quisiera agradecer a mis padres que me han ayudado y apoyado en cada paso que he dado y, sobre todo, en este paso tan importante que es la culminación de mi Carrera. A mi tutor, Juan Carlos Domínguez Ayala por haberme guiado en todos los momentos que necesité sus consejos, los cuales me enriquecieron a nivel personal e intelectual.

Así mismo, deseo expresar mi reconocimiento a ARCOTEL, por abrirme las puertas para desarrollar este trabajo investigativo de suma importancia para mí; en especial a todas las personas que conforman la Dirección de Tecnologías de la Información y Comunicación, por toda la información prestada y por el apoyo de las personas que laboran en esta Institución.

A Serinse S.A. por darme la oportunidad de trabajar y crecer en mi vida profesional, por toda la confianza depositada en mi labor durante todos estos años y en la preocupación en mi vida académica.

A mis hermanos y abuelos que estuvieron conmigo en cada momento difícil que atravesé, por sus consejos, por el apoyo que me han dado y por la motivación para no rendirme durante este largo camino

A mis amigos por permitirme compartir los mejores momentos junto a ellos, por darme su amistad incondicional y por brindarme la oportunidad de crear momentos maravillosos, recuerdos que estarán conmigo por siempre.

A la Universidad Politécnica Salesiana, por convertirse en la sede de mi enriquecimiento intelectual, por ser mi segundo hogar durante este tiempo y por permitirme conocer a personas que más que amigos, son mi segunda familia.

## ÍNDICE GENERAL

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR .....	i
DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE GENERAL.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
RESUMEN .....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN .....	xiv
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	1
<b>ANTECEDENTES</b> .....	1
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Justificación del problema .....	1
1.3 Delimitación Geográfica.....	2
1.4 Objetivos .....	3
1.4.1 Objetivo General .....	3
1.4.2 Objetivos Específicos.....	3
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	5
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	5
2.1 Metodología de diseño.....	5
2.1.1 Metodología PPDIOO.....	5
2.2 Diseño Red LAN por cable.....	6
2.3 Calidad de servicio .....	7
2.4 VLAN.....	7
2.5 Perímetro empresarial .....	7
2.5.4 WAN .....	8

2.6 Red WLAN.....	8
<b>CAPÍTULO 3.....</b>	<b>10</b>
<b>LEVANTAMIENTO LÍNEA BASE Y DISEÑO .....</b>	<b>10</b>
3.1 Modelo OSI .....	11
3.1.1.....	11
3.1.2 Capa enlace .....	13
3.1.3 Capa Red.....	19
3.1.3 Capa Presentación y Aplicación.....	22
3.1.4 Requerimientos de seguridad de red. ....	22
3.1.5 CoS.....	23
3.3 WLAN .....	23
3.3.1 Mapa de calor.....	24
3.4 Perímetro empresarial .....	25
3.4.1 Conectividad a Internet .....	25
3.4.2 Acceso Remoto y VPN .....	25
3.4.3 Módulo WAN .....	25
3.4.4 Seguridad de la Red .....	26
3.4.5 Firewall .....	26
3.4.7 Calidad de servicio.....	27
3.5 Diseño de la red .....	27
3.5.1 Preparación y Planificación del nuevo modelo .....	27
3.5.2 Diseño Lógico.....	27
3.5.2.1 Diseño del módulo Red de Campus .....	28
3.5.2.2 Núcleo Contraído.....	29
3.5.2.3 Capa de Acceso en la red.....	29
3.5.2.4 Direccionamiento.....	29
3.5.3 Diseño Físico.....	31
3.5.3.1 Selección de dispositivo red de campus .....	31
3.5.3.2 Representación física de la nueva red .....	33
3.5.3.3 Diseño del nuevo cableado estructurado .....	34
3.5.3.4 Dimensión del recorrido del cableado.....	37
3.5.3.4 Distribución de los equipos activos .....	39
3.5.3.5 Etiquetado .....	40

3.5.4 Diseño Lógico de la red WLAN .....	40
3.5.4.1 Áreas de cobertura.....	40
3.5.4.2 Densidad de funcionarios en la WLAN.....	41
3.5.5 Diseño físico de la red WLAN.....	42
3.5.5.1 Localización de los AP en la institución .....	42
3.5.5.2 Configuración de los AP Cisco .....	43
3.5.6 Perímetro empresarial .....	44
3.5.6.1 E-Commerce.....	44
3.5.6.2 Diseño módulo de Conectividad a internet .....	45
3.5.6.3 Selección del servidor .....	46
3.5.6.4 Diseño Módulo de Acceso Remoto y VPN .....	46
3.5.6.5 Selección del ISR.....	48
3.5.6.5 Modulo Distribución de frontera .....	48
3.6 Dimensionamiento del Tráfico .....	52
3.6.1 Tráfico de Aplicaciones .....	52
3.6.2 Ingeniería de Tráfico para Servicios de Telefonía IP .....	54
3.7 Calidad de servicio .....	56
3.7.1 QoS con DSCP.....	56
3.7.2 Filtrado de Contenido.....	58
<b>CAPÍTULO 4.....</b>	<b>59</b>
<b>SIMULACIÓN DE LA RED PROPUESTA .....</b>	<b>59</b>
4.1 Simulación en Software Packet Tracer 7.2.1 .....	59
4.1.1 Simulación de la WLAN.....	62
4.2 Desempeño de la Red mediante el Software OPNET Modeler 14.5. ....	63
4.3 Análisis de costos .....	67
4.3.1 Costos de equipos e implementación .....	67
4.3.2 Estudio de Ingresos en la institución.....	68
4.3.2.1 Beneficios Indirectos y Directos .....	68
4.3.2.2 Gastos operativos .....	69
4.3.3 Análisis del Costos .....	69
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>71</b>



<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>72</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>73</b>
<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 ARCOTEL Localización Geográfica .....	2
Figura 1.2 ARCOTEL toma frontal.....	3
Figura 2.1 Arquitectura Empresarial .....	9
Figura 3.1 Topología Actual Olimpo. ....	12
Figura 3.2 Diseño del edificio .....	13
Figura 3.3 Rack EMC2 Data Domain y EMC <sup>2</sup> VNX .....	15
Figura 3.4 SEG1 RACK1 y H1/RACK2 .....	16
Figura 3.5 SEG3/RACK3 y COM2/RACK4 .....	17
Figura 3.6 UC5/RACK5 y H2/RACK6 .....	18
Figura 3.7 Rack Casa Social.....	18
Figura 3.8 Trafico WAN .....	20
Figura 3.9 Trafico del enlace LAN.....	21
Figura 3.10 Volumen de tráfico por día.....	21
Figura 3.11 Volumen de tráfico por hora .....	22
Figura 3.12 En capa 2 (Trama 802.1q) .....	23
Figura 3.13 Estado WLC.....	24
Figura 3.14 Nivel de intensidad de señal.....	24
Figura 3.15 Estudio de la ubicación y cobertura inalámbrica. ....	25
Figura 3.16 Topología de Firewall .....	26
Figura 3.17 Topología Lógica del edificio Olimpo .....	28
Figura 3.18 Diseño de Topología Física.....	34
Figura 3.19 Distribución del cableado horizontal en el piso nueve .....	35
Figura 3.20 Distribución del cableado horizontal en el piso seis .....	35
Figura 3.21 Distribución del cableado horizontal en el piso dos .....	36
Figura 3.22 Distribución del cableado horizontal en el piso casas social .....	36
Figura 3.23 Distancias de recorrido para el piso 9.....	38
Figura 3.24 Diagrama lógico de WLAN .....	42
Figura 3.25 Configuración de AP con WLC .....	44
Figura 3.26 Modulo de acceso remoto y VPN.....	47
Figura 3.27 Modelo de frontera.....	49
Figura 3.28 Ancho de banda estimado .....	55
Figura 4.1 Topología Simulada .....	59

Figura 4.2 Estado de conexión .....	60
Figura 4.3 Conexión a servidor HTTP .....	60
Figura 4.4 Conexión Servidor Mail.....	61
Figura 4.5 Conexión VPN .....	61
Figura 4.6 Topología de la WLAN del campus Matriz .....	62
Figura 4.7 SSID WLAN del campus Matriz.....	62
Figura 4.8 Conexión equipo inalámbrico .....	63
Figura 4.9 Topología realizada en software OPNET .....	64
Figura 4.10 Comparación del Delay red propuesta .....	65
Figura 4.11 Comparación del Jitter .....	66
Figura 4.12 Comparación del Troughput.....	67

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Disponibilidad de Access Point ARCOTEL.....	14
Tabla 3.2 Dirección IP del ARCOTEL.....	19
Tabla 3.3 Diseño de Direcccionamiento .....	30
Tabla 3.4 Direcccionamiento de protocolo IPv4 .....	30
Tabla 3.5 Direcccionamiento protocolo IPv6.....	31
Tabla 3.6 Elección de terminal capa tres .....	32
Tabla 3.7 Elección de terminal de acceso.....	32
Tabla 3.8 Elección de terminal Punto de acceso.....	33
Tabla 3.9 Repartición de puntos de red para el edificio matriz.....	37
Tabla 3.10 Calculo Distancias recorrida piso 9 .....	39
Tabla 3.11 Identificador de etiquetas rack de piso .....	40
Tabla 3.12 Cantidad de dispositivos conectados a la WLAN .....	41
Tabla 3.13 Valores de Atenuación .....	43
Tabla 3.14 Comparación de NGFW .....	45
Tabla 3.15 Comparación de Servidores.....	46
Tabla 3.16 Función Open VPN en pfSense .....	47
Tabla 3.17 Comparación de ISR .....	48
Tabla 3.18 Selección de Router de Alta Disponibilidad.....	50
Tabla 3.19 Diseño de NAT.....	50
Tabla 3.20 Listas de control de Accesos NGFW .....	51
Tabla 3.21 Filtrado puertos VLAN.....	51
Tabla 3.22 Actividades típicas de internet.....	52
Tabla 3.23 Distribución de Ancho de Banda .....	56
Tabla 3.24 Reenvío asegurado .....	57
Tabla 3.25 División de aplicaciones.....	57
Tabla 3.26 QoS para cada aplicación .....	58
Tabla 3.27 Filtrado de contenido.....	58
Tabla 4.1 Costos de equipos e implementación.....	68
Tabla 4.2 Flujo neto .....	69
Tabla 4.3 Cálculo de Beneficio Costo .....	70

## **RESUMEN**

El siguiente Trabajo de Titulación fue desarrollado para la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL), que tiene por objetivo diseñar la red del Edificio Olimpo utilizando el modelo de “Arquitectura Jerárquica Empresarial de CISCO”, con el fin de beneficiar a todas las áreas, departamentos, funcionarios y empleados, con una propuesta profesional que mejore la gestión de datos y conectividad entre usuarios.

Debido a los múltiples cambios que ha tenido la red de la institución y porque la red es obsoleta, se hace muy difícil la administración y gestión de datos, para la dirección de tecnologías de la información.

Dentro de este trabajo se realiza un levantamiento de la información significativa de la infraestructura de conectividad que, actualmente, tiene el edificio matriz, para después con estos parámetros realizar un nuevo diseño de red que ayude a mejorar la experiencia de los usuarios finales.

De tal manera que se presentará un diseño físico y lógico de la LAN y la WAN cubriendo nuevas y futuras necesidades, dentro de las cuales se dará soluciones de arquitectura empresarial para: equipos, direccionamiento, cobertura, configuraciones, seguridad y confiabilidad. Por medio de una simulación se comparará el diseño que está implementado versus el diseño propuesto. También se realizará el análisis de costo- beneficio del proyecto.

Cabe recalcar que la línea base levantada va a servir de ayuda para los funcionarios ya que por el momento no poseen esta información, por tales motivos se les hace muy complicado la resolución de problemas.

## **ABSTRACT**

The following Degree Work was developed for the Telecommunications Regulation and Control Agency (ARCOTEL), which aims to design the Olimpo Building network using the “CISCO Hierarchical Enterprise Architecture” model, in order to benefit all the areas, departments, officials and employees, with a professional proposal that improves data management and connectivity between users.

Due to the multiple changes that the institution's network has had and because the network is obsolete, it becomes very difficult to administer and manage data, for the direction of information technologies.

Within this work there is a survey of the significant information of the connectivity infrastructure that the parent building currently has, and then with these parameters to carry out a new network design that helps to improve the experience of the end users.

In such a way that a physical and logical design of the LAN and WAN will be presented covering new and future needs, within which business architecture solutions will be given for: equipment, addressing, coverage, configurations, security and reliability. The simulation will compare the design that is implemented versus the proposed design. The cost-benefit analysis of the project will also be carried out.

It should be noted that the baseline raised will help officials as they do not currently have this information, for such reasons they are very difficult to solve problems.

## **INTRODUCCIÓN**

La solución del problema se va a desarrollar siguiendo los capítulos que están divididos como se muestra a continuación.

Para el capítulo número uno se va a detallar antecedentes generales: planteamiento del problema, justificación del problema, delimitación y los objetivos generales.

Para el capítulo dos se define el marco teórico, el cual reunirá toda la información que fundamente la teoría empleada dentro del proyecto.

Para el capítulo tres se contempla una línea base de la red que existe, actualmente, en el Edificio Olimpo de la (ARCOTEL) identificando cuáles son las necesidades que deben ser cubiertas con el nuevo diseño. Esta información proporciona cómo se encuentra el estado de la red de campus y la red perimetral. Dentro de este también se desarrollará el diseño de la nueva red empresarial para mejorar la escalabilidad, disponibilidad, seguridad y calidad de servicios. Este diseño mejora la conexión inalámbrica para dar una mejor productividad a los funcionarios.

Para el capítulo cuatro se desarrolla las simulaciones necesarias que den paso a la verificación del diseño propuesto de red LAN, WAN y WLAN, de tal manera que se pueda realizar un análisis de eficiencia, flexibilidad y escalabilidad, que demuestre si el proyecto es factible o no. En este capítulo también se realizará un análisis del costo-beneficio del proyecto evaluando la factibilidad económica.

# **CAPÍTULO 1**

## **ANTECEDENTES**

### **1.1 Planteamiento del problema**

La integración de distintas corporaciones a una misma red empresarial, el avance tecnológico, la gran demanda por servicios de telecomunicaciones, el crecimiento institucional y la necesidad de nuevos servicios han sido causantes para que la red empresarial la cual está implementada, actualmente, en la agencia ya no brinde todas las prestaciones que exige la institución.

Durante los últimos años, el aumento de empleados y sus requerimientos de conectividad ha ido aumentando gradualmente, lo que ha provocado que se apliquen procedimientos provisionales, más no soluciones a largo plazo con la debida planificación y una visión de escalabilidad a futuro.

En la actualidad, los equipos que usa la institución no soportan este crecimiento, haciendo que la red sea intermitente y no soporte algunas operaciones de administración. Además, que durante este período no se ha realizado un nuevo estudio de seguridad, cambio de claves, control de privilegio de usuarios, permisos e instalaciones de software. Por lo que puede tener un alto riesgo de la seguridad de la información.

### **1.2 Justificación del problema**

Pensando en el crecimiento considerable que experimentó la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL) durante estos años se ha visto necesaria la organización y renovación de la infraestructura existente con el fin de cambiar equipos obsoletos y la incorporación de nuevos servicios para que exista una gran mejora en la recepción y envío de datos informáticos. Algunas falencias como la poca estabilidad, flexibilidad, infraestructura inadecuada, mal funcionamiento de la red y no cumplir con todos los requisitos, impulsan al estudio de la propuesta del tema para una posterior implementación.

La ARCOTEL se ha planeado realizar este estudio asignado a la Dirección de Tecnologías de la Información y Comunicación. Con la autorización del Director de



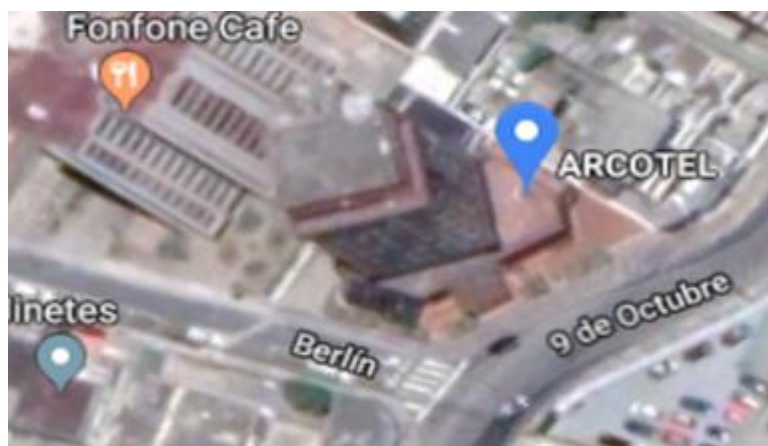
esta dirección se ha planteado este problema como proyecto técnico para desarrollarlo como Trabajo de Titulación.

La falta de presupuesto también ha hecho que este estudio no se realice debido a que su implementación conlleva un gran presupuesto para el área de infraestructura, con este estudio se llegará a poner en consideración una propuesta viable para el desarrollo del mismo.

### 1.3 Delimitación Geográfica

La ARCOTEL se encuentra ubicada en la calle 9 de Octubre N 27-75 y Berlín, en el centro-norte de la Ciudad de Quito, con un área de 561,18 m<sup>2</sup>. La localización geográfica se muestra en la Figura 1.1.

Figura 1.1 ARCOTEL Localización Geográfica



Localización del ARCOTEL. Fuente: Google Maps

La vista frontal de la institución se muestra en la Figura 1.2.

Figura 1.2 ARCOTEL toma frontal



Entrada principal de la agencia. Elaborado Josue Campo

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Diseñar la red de ARCOTEL utilizando el modelo de arquitectura empresarial jerárquica de Cisco para garantizar la transmisión de información minimizando pérdidas y una infraestructura que cumpla la normativa.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Realizar el análisis de la situación actual de la red en la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones para establecer de la línea base de la red empresarial.
- Diseñar la red ARCOTEL aplicando la Arquitectura de Red Empresarial Cisco para cumplir con los requerimientos técnicos de calidad de servicios QoS, voz sobre ip, throughput, retardo, jitter, seguridad y escalabilidad.
- Realizar un análisis de coste beneficios de la red a diseñar para determinar la factibilidad de implementarla.

- Simular la red del ARCOTEL para comparar el tráfico de la red actual con el diseño de red propuesto.

## **CAPÍTULO 2**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Metodología de diseño**

Una red que es creada para empresas, no siempre cumple las expectativas de los clientes, a menudo la complejidad y el mal uso de la red conlleva a que exista fallos no esperados; a la vez que nuevas tecnologías y el crecimiento de usuarios son cambios que muchas veces dichas redes no soportan. Por tales motivos, la metodología de diseño de redes es constantemente usada en la búsqueda de soluciones. (Callisaya, 2014)

##### **2.1.1 Metodología PPDIOO**

En el diseño de una red se deben satisfacer las necesidades que tenga la institución. Cisco ha presentado el ciclo de vida de un proyecto en 6 etapas.

- Preparación: En esta etapa se identifican las tecnologías que va a soportar nuestro nuevo diseño, para establecer una justificación financiera.
- Planeación: Se realiza un análisis de las áreas de trabajo de la empresa, evaluando la deficiencia de la red, de tal manera identificar cuáles son los requisitos que necesita la institución.
- Diseño: En esta fase se propone como se diseñó la red que comprenda todas las especificaciones técnicas obtenidos en la fase anterior aquí se presentan topologías y listas de equipos.
- Implementación: De manera integrada se instalará los nuevos dispositivos a la red existente, se pondrá a prueba el nuevo diseño de la red, en caso de tener alguna complicación se pretende corregir errores y ver que tan funcional es la nueva red.
- Operación: La nueva red necesita ser monitoreada y administrada por varios días. Se pone a prueba el funcionamiento de los componentes de la red y desempeño sin estar inactivos.

- Optimizar: Sirve para identificar y resolver errores antes de que se produzcan, de modo que se pueda cuestionar un rediseño de la red. (Callisaya, 2014)

## **2.2 Diseño Red LAN por cable**

La LAN se la puede considerar como redes pequeñas que tienen como destino conectarse a redes mucho más grandes. Estas conexiones dan acceso a diferentes servicios dentro de una red, aquí se conectan los dispositivos individuales finales. (Cisco, Campus LAN Design Guide, 2018)

### **2.1.2 Modelo de diseño jerárquico**

Es un modelo que se usa para el diseño de redes que necesitan tener grupos modulares o capas, que van a permitir implementar distintas funciones o funciones en cada grupo. Esto nos brinda una mejor administración de la red, implementación, crear elementos y ampliar la red usando redes malladas o planas. El diseño de una LAN jerárquica incluye tres capas. (Walton, 2019)

#### **2.1.2.1 Capa de acceso**

Es la que proporciona conectividad alámbrica e inalámbrica a los usuarios finales garantizando obtener accesos a otros hosts, archivos, impresoras, telefonía IP, seguridad y flexibilidad. (Walton, 2019)

#### **2.1.2.2 Capa de distribución**

En esta capa se encuentran dos aspectos muy importantes la escalabilidad y la reducción de complejidad. En esta capa se reducen la cantidad de protocolos de tal manera que puede reducir los gastos operativos exigiendo menos cantidad de memoria a los equipos, también aumenta la disponibilidad de red ya que está expuesta a las fallas en dominios más pequeños. (Cisco, Campus Wired LAN, 2014)

#### **2.1.2.3 Capa de núcleo**

En un entorno donde las LAN son de gran tamaño surge la necesidad de usar varios equipos switch de capa distribución, en estos casos para optimizar el diseño de la red se debe usar una capa de núcleo central. Dado que las redes crecen, estas pueden afectar el rendimiento de las redes, de tal manera que se opta por un diseño modular y

escalable con una cantidad de switch que se conecten de la capa acceso a la de la distribución en un mismo punto. (Cisco, Campus Wired LAN, 2014)

### **2.3 Calidad de servicio**

Los objetivos principales para implementar QoS es debido a que el tráfico de comunicación de una red es sensible a retardos y caídas; por estos motivos se debe garantizar un control de tráfico para que no exista interrupciones en los servicios de audio y vídeo. Permite crear servicios de distribución para aplicaciones compatibles en tiempo real, permitir o negar prioridades a aplicaciones para que se ejecuten en segundo plano si es necesario, también limitando a ciertos usuarios para que no inyecten valores arbitrarios con su manejo de tráfico. Para alcanzarla finalidad de QoS se establece una cantidad limitada de clases de tráfico, es decir un ancho de banda para la red, por ejemplo, voz en tiempo real, vídeo en tiempo real, datos de alta prioridad, tráfico interactivo, tráfico por lotes y clases predeterminadas. Clasifica las aplicaciones en diferentes clases de tráfico. (Cabello, 2015)

### **2.4 VLAN**

Como lo menciona su nombre, es la red de área local que agrupa un conjunto de equipos de manera lógica y no física. Las VLANs están definidas por varios estándares entre ellos el IEEE802.1d, 802.1q y 802.10. (IBM, 2015)

### **2.5 Perímetro empresarial**

Es el encargado de proporcionar conectividad para los servicios de vídeo, datos, seguridad y voz fuera de la empresa; a la vez que proporciona QoS, niveles de seguridad, políticas y seguridad. Está compuesto por los módulos de internet, VPN y WAN. (Armijos, 2016)

#### **2.5.1 Redes y servidores de comercio electrónico**

En este submódulo se encuentran servidores WEB, de aplicaciones y base de datos, el firewall y los sistemas IPS. Usan diseños de alta disponibilidad de conectividad a Internet. (Walton, 2019)

### **2.5.2 Conectividad a Internet y zona perimetral**

La DMZ proporciona la accesibilidad tanto desde la red interna como de la red externa sin la presencia de intrusos, también proporciona a los usuarios conectividad segura a los servicios de internet, tales como servidores públicos, Correo y DNS. Está compuesto por Firewall, Router de perímetro a Internet, FTP, HTTP, SMTP. (Walton, 2019)

### **2.5.3 Acceso remoto y VPN**

La red privada virtual garantiza la confidencialidad de la información mediante un mecanismo de cifrado, permitiendo la conectividad de una red LAN con una red pública, también permite la autenticación de usuarios desde redes remotas. (Armijos, 2016)

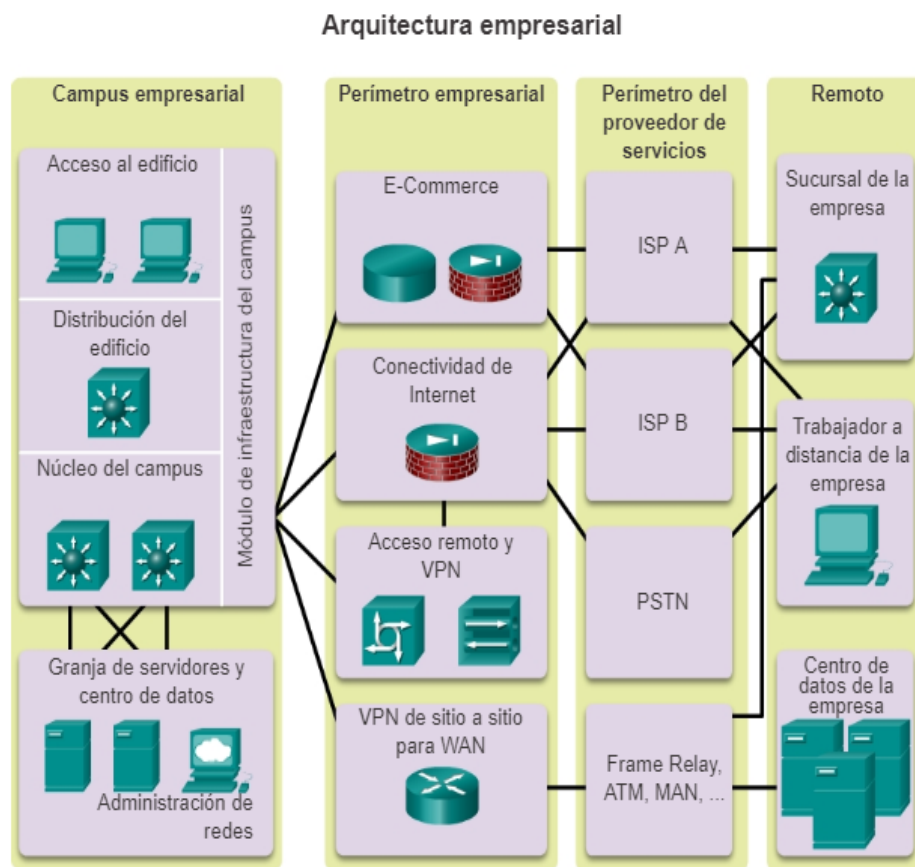
### **2.5.4 WAN**

Es el encargado de enrutar el tráfico entre los sitios remotos y la matriz central, con métodos de conmutación de etiquetas, líneas arrendadas, Ethernet metropolitana, SONET y SDH, PPP, Frame Relay ATM. (Cisco, Descripción general del diseño de redes jerárquicas, 2014)

### **2.6 Red WLAN**

Las redes inalámbricas son identificadas por brindar a los usuarios movilidad de conexión a una red, en un lugar específico. Existen el estándar que agrupa la tecnología para este tipo de redes. Estas son las Normas 802.11 que utilizan varios protocolos de acceso múltiple, evasión, colisión y algoritmos (WEP). (Rouse, 2012)

Figura 2.1 Arquitectura Empresarial



Módulos y submódulos de la Arquitectura empresarial de cisco. Fuente (CISCO, CoS and VLAN Trunking 802.1Q and ISL, 2014)



### **CAPÍTULO 3**

#### **LEVANTAMIENTO LÍNEA BASE Y DISEÑO**

La ARCOTEL se creó con el fin de administrar, regular, controlar las telecomunicaciones, la gestión del espectro radioeléctrico, los medios de comunicación social y uso de frecuencias dentro del espectro radioeléctrico; también que instalen redes y las operen. El Edificio Olimpo cuenta con una cantidad de 11 pisos, cada uno de estos tiene diferentes direcciones que se detallan a continuación:

- Unidad de Atención al Consumidor de Servicios de Telecomunicaciones (Planta baja)
- Unidad de Comunicación Social (Planta baja/casa contigua)
- Dirección Financiera (Mezzanine)
- Dirección Técnica de Control de Servicios de Telecomunicaciones (Primer Piso)
- Dirección de Talento Humano (Segundo Piso)
- Dirección Administrativa (Tercer Piso)
- Dirección de Asesoría Jurídica y de Impugnación (Cuarto Piso)
- Dirección Técnica de Control del Espectro Radioeléctrico (Quinto Piso)
- Dirección Tecnologías de la Información y Comunicación (Sexto Piso)
- Dirección Patrocinio y Coactivas (Séptimo Piso)
- Dirección Técnica de Homologación de Equipos (Octavo piso)
- Coordinación Técnica de Control (Noveno Piso)

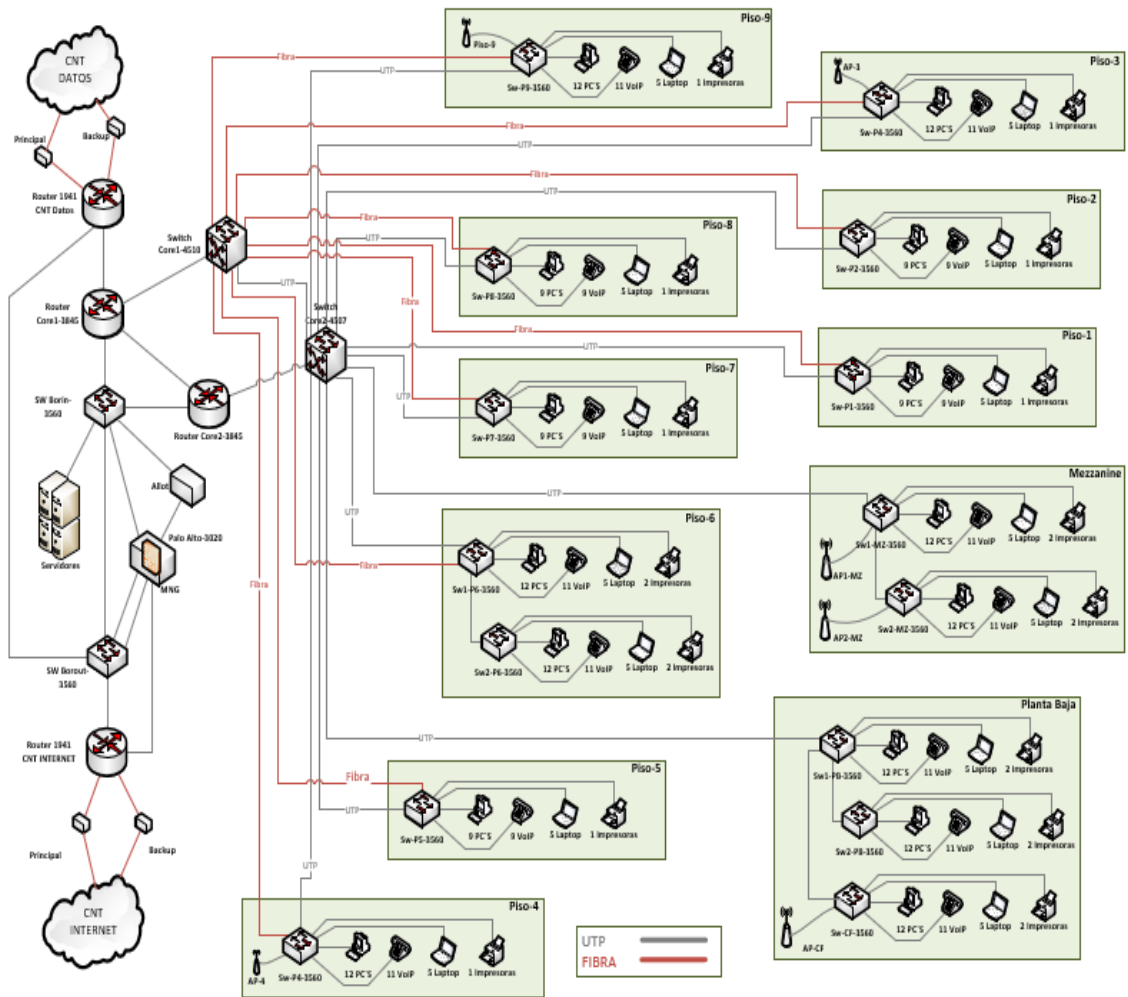
### **3.1 Modelo OSI**

En el momento de levantar la línea base de la ARCOTEL se empleó el modelo OSI, el cual es modelo de referencia para los protocolos de la red, que está formada por siete capas que constituyen un marco referencial de una interconexión de sistemas de comunicación. (Cisco, Campus LAN Design Guide, 2018)

#### **3.1.1 Capa física**

El edificio Olimpo de la ARCOTEL cuenta con 130 funcionarios distribuidos en todo el Edificio y la casa contigua, los cuales como mínimo cuentan con un equipo informático con conexión alámbrica con una topología mixta, también tienen acceso a la red LAN con laptops y teléfonos personales con conexión inalámbrica. La Dirección de Tecnologías de la Información es la encargada de otorgar a todo el Edificio un ancho de banda de entre 100Mbps a 1Gbps de transferencia de datos; igualmente cuenta con servicio de internet con un ancho de banda de 65Mbps del proveedor CNT que se distribuye asimétricamente a todo el Edificio. En la Figura 3.1 se muestra la topología actual física del campus.

Figura 3.1 Topología Actual Olimpo



Topología actual de la red del Edificio Olimpo. Elaborado por: Josue Campo

### 3.1.1.1 Cableado Estructurado

Los equipos informáticos de área de la red de campus están conectados a los Switch Cisco 3560 través de cable UTP categoría 6A horizontalmente en cada piso, los mismo que se conectan mediante fibra Óptica monomodo al Switch Cisco 4510 y por cable UTP al Switch Cisco 4507 ubicados en la distribución principal de campus en el sexto piso del edificio. Además, estos están conectados por fibra óptica provista por la Empresa CNT mediante los transceiver TP-LINK MC112CS y TP-LINK MC-220L. Debido a que la institución no posee los planos de cableado estructurado se diseñó la estructura del edificio para representar como está distribuido los MC a partir del TR.

Figura 3.2 Diseño del edificio



Distribución de los cursos de telecomunicaciones en la institución. Elaborado por: Josue Campo

### 3.1.1.2 Distribución de los usuarios de la ARCOTEL

Con la colaboración de la Dirección de Talento Humano se obtuvo la información del número de funcionarios por cada piso y se realizó una inspección física en cada área de trabajo identificando los dispositivos informáticos finales que acceden a la red mencionada esto se puede observar detalladamente en el Anexo 1. Algunas de las conexiones en cada piso no son las suficientes por lo que se ha optado por el uso de conexión inalámbrica; en algunos casos existen equipos que tienen la conexión, aunque estén fuera de servicio y en otros casos existen puntos de red que no están en uso. Además, existen puertos que están libres en los switch de distribución, pero no existe el cableado hasta las áreas de trabajo.

## 3.1.2 Capa enlace

### 3.1.2.1 Distribución de los Access Point

El ARCOTEL cuenta con 11 dispositivos Access Point marca Cisco de diferentes modelos.

En la Tabla 3.1 se describe la ubicación, modelo y el estado de los AP instalados, también se puede observar que 9 de estos están activos funcionando para todo el Edificio, los 2 equipos restantes se encuentran en la bodega de la Dirección de Tecnologías de la Información en espera de una posterior revisión.

Tabla 3.1 Disponibilidad de Access Point ARCOTEL

#	Área	Cantidad	Observación	Modelo
1	Piso 9	1	Activo	Cisco Aironet 1140
2	Piso 6	2	Activo	Cisco Aironet 2600
3	Piso 4	1	Activo	Cisco Aironet 1240
4	Piso 3	1	Activo	Cisco Aironet 2700
5	Mezzanine	2	Activo	Cisco Aironet 3500
6	CC	1	Activo	Cisco Aironet 2600
7	PB	1	Activo	Cisco Aironet 1140
8	DTIC	2	Desconectados	Cisco Aironet 2600
<b>TOTAL</b>		11		

Total, de equipos de acceso inalámbrico. Elaborado por: Josue Campo

En los estándares del Access Point Cisco, se especifica que el modelo Aironet 1140 y Aironet 1240, se encuentran fuera de venta y sin soporte desde 2017-2018, respectivamente. Por lo que se recomienda nuevos equipos para la conexión inalámbrica en la institución.

### ***3.1.2.2 Distribución de racks en el Data Center ARCOTEL***

#### **a. EMC<sup>2</sup> Data Domain y EMC<sup>2</sup> VNX series**

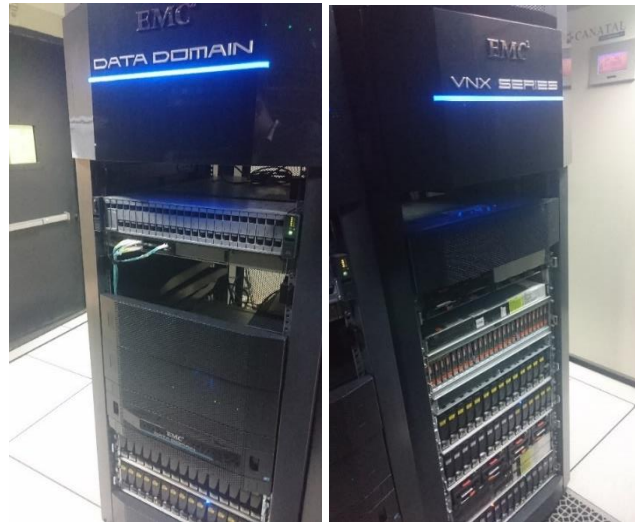
En el sexto piso de la institución se encuentra el Data Center que contienen 8 racks necesarios para mantener la red de la institución, el mismo que cuenta con la energía necesaria, ventilación adecuada y un sistema de seguridad vigente además de confiable. El Data Domain es el que se encarga de reducir la cantidad de almacenamiento para conservar y proteger datos de la institución.

La Figura 3.3 revela los equipos que contiene los dos Rack antes mencionados, mientras que la tabla de información de en qué estado se encuentran los dispositivos las alarmas, slots y Datasheet se pueden observar en el Anexo 2.

En el Rack VNX las recomendaciones de algunos equipos no se encuentran disponibles por el fabricante. El EMC<sup>2</sup> VNX series ofrece una alta capacidad de

almacenamiento con redundancia con grandes cantidades de información y escalabilidad jerárquica. La información acerca de estos dispositivos se puede ver en el Anexo 3.

Figura 3.3 Rack EMC2 Data Domain y EMC<sup>2</sup> VNX



Diseño del Data Domain y EMC<sup>2</sup> VNX en el Data Center. Elaborado por: Josue Campo

El tiempo de soporte de los equipos dentro de este Rack según sus recomendaciones se encuentran vigentes excepto del equipo EC DD670 se terminó en marzo del 2019 y su tiempo de vida útil termino el año 2014

#### **b. SEG1 RACK1 y H1/RACK2**

En este Rack1 existen equipos de seguridad, velocidad y respaldo que actúan antes de la granja de servidores. Algunos de estos equipos no están en funcionamiento en parte porque son equipos obsoletos o están en mal estado, cabe recalcar que estos equipos serian desechados y que sin estos equipos la red está funcionando normalmente, además que algunos de los equipos ya no tienen el soporte del fabricante por lo que se recomendaría cambiarlos por nuevos equipos la información de estos aspectos se encuentran en el Anexo 4. En el Rack2 este gabinete se encuentran discos duros, procesadores, memorias, servidores y una consola de administración, todos los equipos se encuentran funcionando normalmente, sin embargo, el soporte de algunos equipos ya expiró y algunas recomendaciones no se encuentran disponibles, esta información se puede observar en el Anexo 5. La distribución de los racks antes mencionados se evidencia en la Figura 3.4.

Figura 3.4 SEG1 RACK1 y H1/RACK2



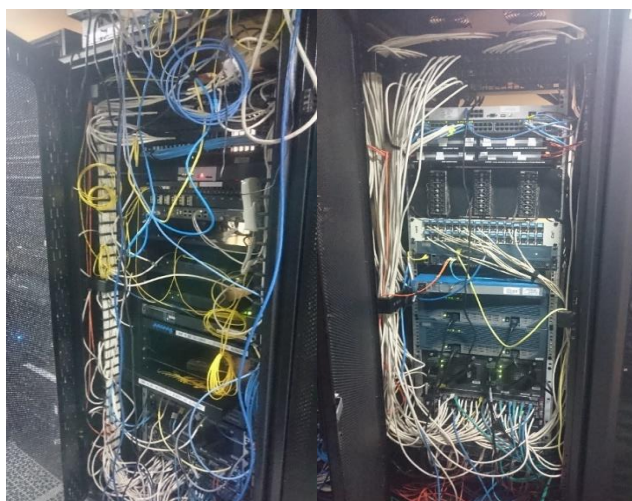
Diseño del SEG1 RACK1 y H1/RACK2 en el Data Center. Elaborado por: Josue Campo

#### **c. SEG3/RACK3 y COM2/RACK4**

En el Rack3 y Rack4 se encuentran todos los equipos que comunican todo el edificio, también se encuentran los transceiver de varias operadoras que sirven para la revisión de homologación de equipos móviles, los 2 equipos de la operadora CNT son los que brinda el internet a la institución, aquí se encuentran conectados los switch Cisco Catalyst 4507 que se encargan de la distribución para cada piso por medio de cable UTP RJ45.

Todos los equipos en el sistema se encuentran con su respectivo respaldo estos equipos se encuentran detalladas en el Anexo 6 y Anexo7. Los equipos Cisco 800 y Cisco 3800 ya no tienen soporte de parte del fabricante se recomienda cambiar estos equipos, sin embargo, los equipos trabajan con normalidad. Aquí se encuentran conectados los Switch's Cisco Catalyst 4510 que se encargan de la distribución para cada piso por medio de Fibra Óptica. El firewall Palo Alto Network fue adquirido este año por la institución. En la Figura 3.5 se puede observar que algunos de los cableados se encuentran conectados desorganizadamente y si apilar.

Figura 3.5 SEG3/RACK3 y COM2/RACK4



Diseño del SEG3/RACK3 y COM2/RACK4 en el Data Center. Elaborado por: Josue Campo

#### **d. UC5/RACK5 y H2/RACK6**

Los equipos que contiene el Rack5 son los encargados de manejar el procesamiento, almacenamiento, componentes de escalabilidad, aplicaciones empresariales, rendimiento, servidores y seguridad. El equipo IMB Purflex y los equipos Cisco UCS 6248 se encuentran fuera de venta y no tienen soporte por lo que se recomendaría nuevos equipos, los demás equipos dentro de este rack están próximos a perder el soporte. En el Anexo 8 se puede observar toda esta información.

Los equipos que contiene el Rack6 son los encargados de manejar servidores y almacenamiento de datos para obtener una visión general y los procedimientos de planificación, instalación, supresión. Algunos de los equipos no contienen especificaciones de soporte ni de tiempo de vida esta información se puede observar en el Anexo 9. La Figura 3.6 muestra cómo se encuentran ordenados los equipos dentro de los Rack.



Figura 3.6 UC5/RACK5 y H2/RACK6



Diseño del UC5/RACK5 y H2/RACK6 en el Data Center. Elaborado por: Josue Campo

#### **e. Rack de piso**

Los racks de distribución de piso son los más cercanos a las estaciones de trabajo la institución tiene un bastidor en cada piso en total 10, para la conexión horizontal se utiliza cable UTP con velocidad de hasta 100Mbps. Este bastidor está conformado por un switch Cisco Catalyst 3560 de 48 puertos y dos patch panel de 1 por 24 puertos. En la Figura 3.7 se muestra uno de los bastidores que se encuentra ubicado en la casa conjunta, además se puede observar uno de los puntos de acceso Cisco Aironet 2600 para conexión inalámbrica.

Figura 3.7 Rack Casa Social



Diseño del Rack Casa social, Switch, Patch panel. Elaborado por: Josue Campo

### 3.1.3 Capa Red

Para gestionar el tráfico se utiliza el protocolo Virtual Switching System (VSS) de Cisco. Este es un sistema de conmutación virtual para redes que combina múltiples Switch Cisco Catalyst para lograr mejor diseño, alta disponibilidad, escalabilidad, gestión y mantenimiento. Los dos Router de núcleo Cisco 3845 y los dos Switch de núcleo Cisco 4507-4510 respectivamente, están conectados entre sí como indica la recomendación de Cisco VSS. Según la topología física este se conecta mediante UTP categoría 6A y mediante fibra óptica en el Anexo 10 se puede evidenciar el estado de los puertos dentro del Switch de Core 1 y Switch Core 2 el Anexo 11.

#### 3.1.3.1 Direccionamiento

Debido a que todos los funcionarios del edificio matriz deben tener acceso a Internet la institución cuenta con un rango de direcciones IP, el proveedor de servicio de internet CNT tiene asignado una subred con direcciones IP públicas con un total de 2046 host válidas para la distribución por todo el edificio, los departamentos de ARCOTEL tienen un direccionamiento IPv4 como se puede evidenciar en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2 Dirección IP del ARCOTEL

PING		DISTRIBUCIÓN SUBREDES IP ARCOTEL		
		SUBRED	MÁSCARA	UNIDAD
	VLAN99	172.X.X.0	255.255.240.0	AC (Administración Central)
172.X.X.1	VLAN10	172.X.X.0	255.255.240.0	Comunicación y Servidores
	VLAN20	172.X.X.0	255.255.240.0	Telefonía
	VLAN30	172.X.X.0	255.255.240.0	Impresoras
	VLAN40	172.X.X.0	255.255.240.0	DHCP
	VLAN50	172.X.X.0	255.255.240.0	Tecnología de Información
	VLAN60	172.X.X.0	255.255.240.0	Técnicos Control
	VLAN70	172.X.X.0	255.255.240.0	Talento Humano
	VLAN80	172.X.X.0	255.255.240.0	Financiero, Secretaria, Archivo
	VLAN90	172.X.X.0	255.255.240.0	Despacho, ITC, IGE
	VLAN100	172.X.X.0	255.255.240.0	Auditoría, DJR, PRC

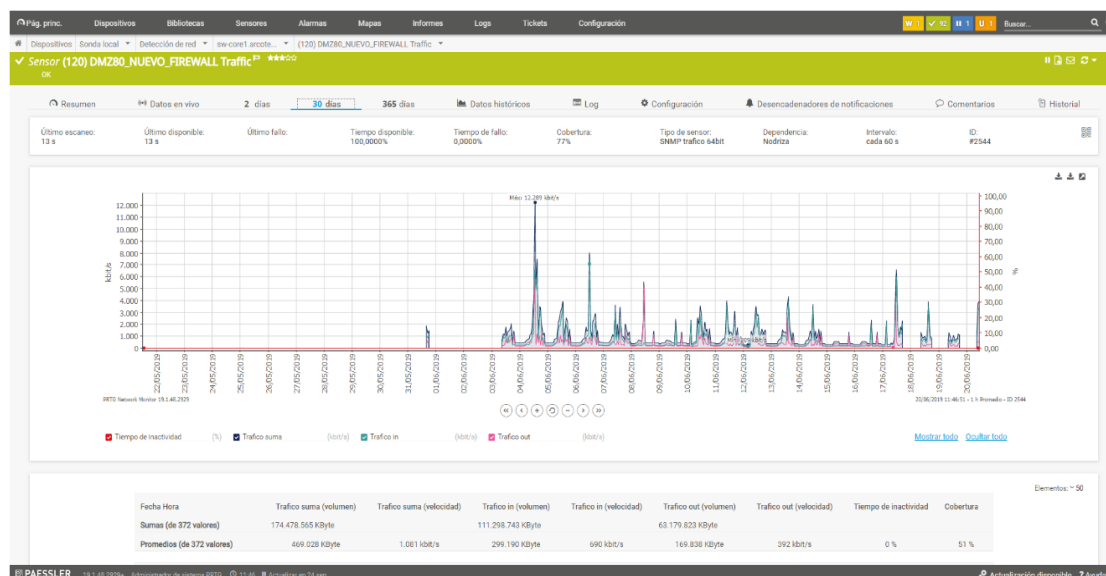
Distribución de las subredes IP en el edificio matriz. Elaborado por: Josue Campo

#### 3.1.3.2 Estudio del tráfico de la red existente

El tráfico que atraviesa la red de la institución es constantemente monitoreado mediante software PRTG y Nagios. Para el análisis se usará el software PRTG el cual es una herramienta del análisis del consumo de datos de red, supervisa toda la infraestructura compatible con muchas tecnologías lista para varias plataformas. En un periodo de tiempo los resultados muestran que la conexión WAN llega alcanzar

velocidad total promedio de 1081kbit/s, de entrada, tiene un tráfico de velocidad promedio de 690kbit/s y de salida 392kbit/s. La Figura 3.8 se puede evidenciar el tráfico de la WAN.

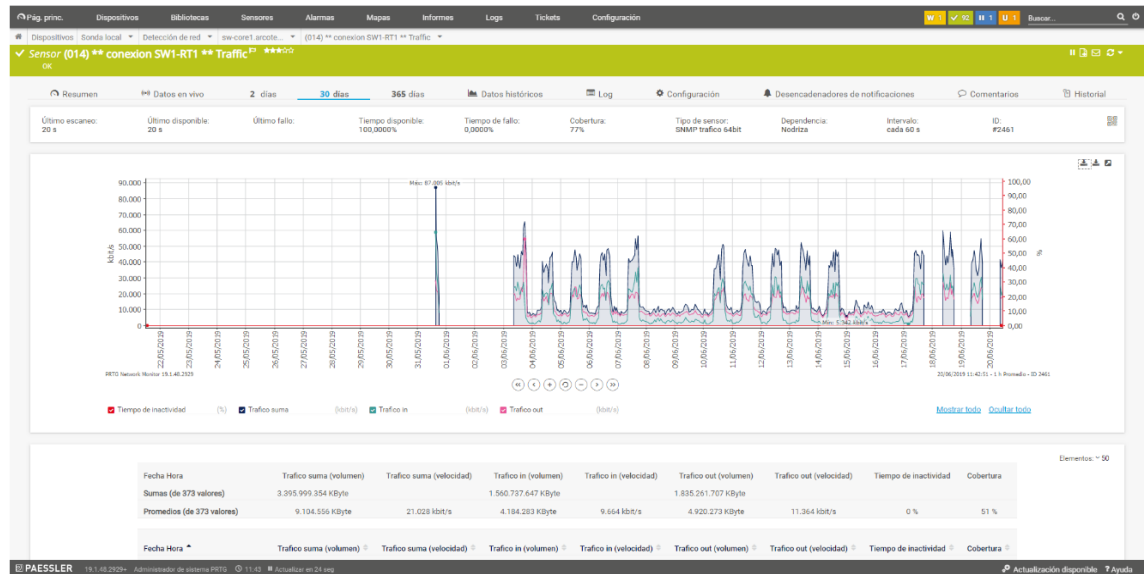
Figura 3.8 Trafico WAN



Tráficos obtenidos de enlace WAN mediante software PRTG. Elaborado por: Josue Campo

El software PRTG también muestra como la interfaz LAN tiene velocidad promedio total de 21028kbit/s, de entrada, tiene volumen de tráfico promedio de 4184283kbyte, tráfico de velocidad promedio 9664kbit/s, para la salida tiene volumen de tráfico promedio 4920273Kbyte, tráfico de velocidad 11364kbit/s. En la Figura 3.9 se puede observar el tráfico en el enlace LAN.

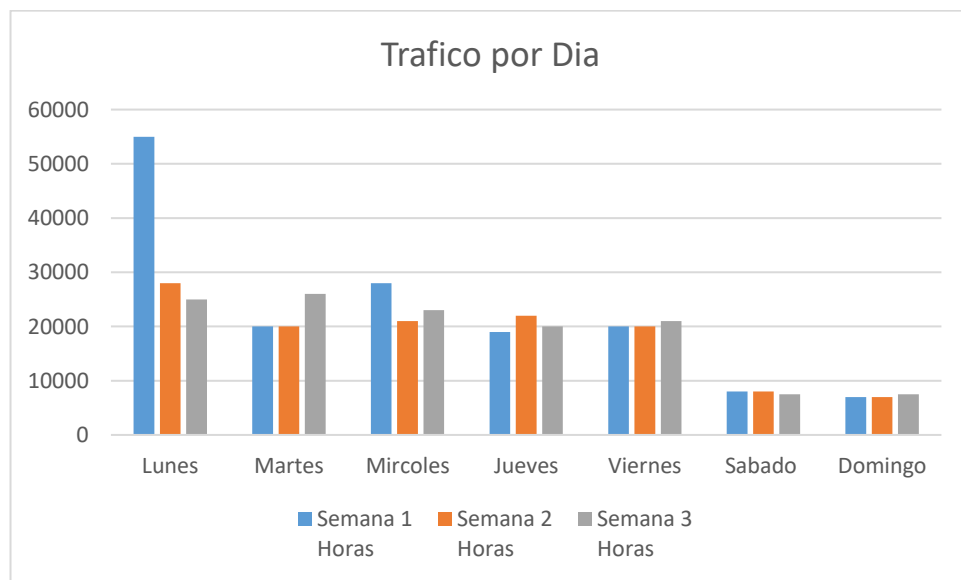
Figura 3.9 Tráfico del enlace LAN



Tráfico del enlace LAN mediante el software PRTG. Elaborado por: Josue Campo

El mayor volumen de tráfico obtenido en la institución se encontró en los días lunes, este análisis se realizó durante tres semanas en el mes de abril con datos típicos. El volumen del tráfico se puede evidenciar en la Figura 3.10.

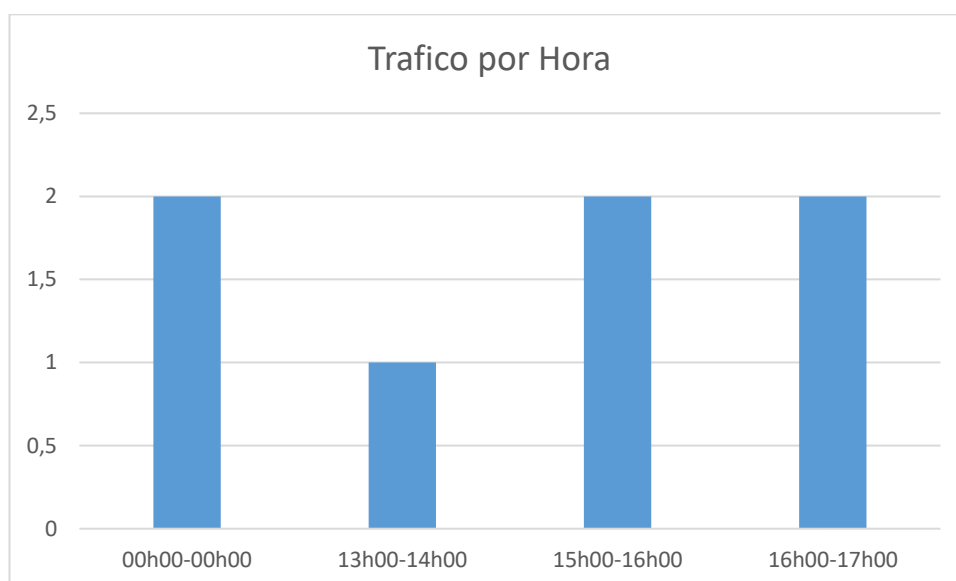
Figura 3.10 Volumen de tráfico por día



Volumen del tráfico por día en el enlace LAN. Elaborado por: Josue Campo

El máximo volumen de tráfico está contemplado en las horas de salida de los funcionarios de sus labores, en la tarde se 16h00 y 17h00.

Figura 3.11 Volumen de tráfico por hora



Volumen de tráfico correspondiente a las horas por día. Elaborado por: Josue Campo

### 3.1.3 Capa Presentación y Aplicación

Aquí se encuentran instalados todos los servidores que necesita la institución. Los servidores cuentan con el sistema operativo Windows Server 2003, 2008, 2012 de 64 bits, Linux de 32 o 64 bits, AIX y CentOS. El mismo que ejecuta los servicios de control remoto, email institucional, antivirus, Antispam, seguridad financiera, VoIP, base de datos. Estos servidores virtuales pueden ser públicos y privados que son de uso exclusivo de la ARCOTEL, además estos son gestionados por Hiperviso VMware ESXi 5.5.

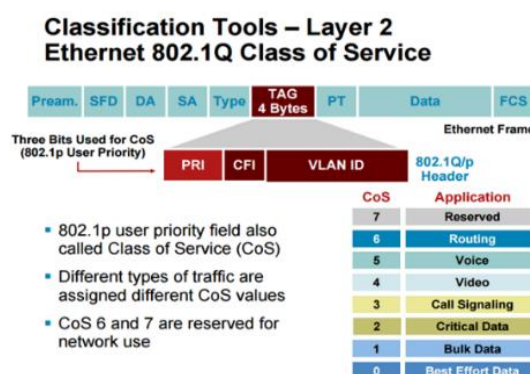
### 3.1.4 Requerimientos de seguridad de red.

La Dirección de Tecnologías de la Información está encargada de la seguridad de la red y los datos informáticos de la institución, así como de los servicios de red que son necesarios para los funcionarios. Para lo cual han establecido ciertas políticas de acceso a la red pública; sin embargo, estas políticas se establecieron hace muchos años antes de la unión de las instituciones de Telecomunicaciones, por lo que es necesario establecer nuevas políticas estandarizadas y dando las respectivas prioridades a cada dirección de la institución. La mayoría de control de tráfico se concentra en el Firewall PaloAlto con un software propietario llamado PAN-O.

### 3.1.5 CoS

La calidad de servicio en una red es una de los rasgos más significativas que debe tener una red convergente, con eso nos aseguramos de ofrecer una buena experiencia a los usuarios finales junto con seguridad, estabilidad, y tolerancia a fallos. Para implementar QoS existes herramientas de clasificación y marcado en la Figura 3.12 se observa la clasificación estándar con los niveles de CoS para cada aplicación.

Figura 3.12 En capa 2 (Trama 802.1q)



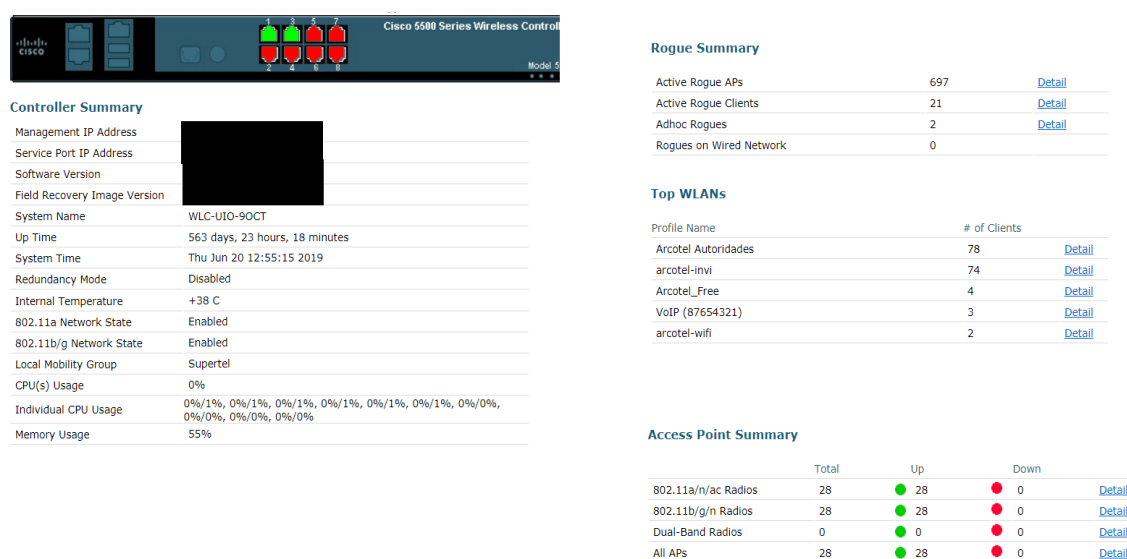
Clasificación y Marcado dentro de la capa 2. Fuente (CISCO, 2014)

Para la configuración se tomará en cuenta CoS de cada aplicación de la Figura 3.12. En el caso de VoIP se usará el valor de 5 en la interfaz como políticas.

### 3.3 WLAN

Por sus abreviaturas en inglés Technical Site Survey, es el estudio que proporciona de manera detallada un documento que recopila la información relevante acerca de la infraestructura de telecomunicaciones en un edificio. Para realizar el análisis de los sistemas WLAN, se debe tener identificado el número de usuarios, los esquemas físicos, ubicación de los AP y cobertura, como documentación. La dirección de tecnologías de la información cuenta con un WLC Cisco 5500 que les ayuda centralizar el control de todos los Access Point. En la Figura 3.13 se evidencia la pantalla de control en el WCL que tiene la institución.

Figura 3.13 Estado WLC



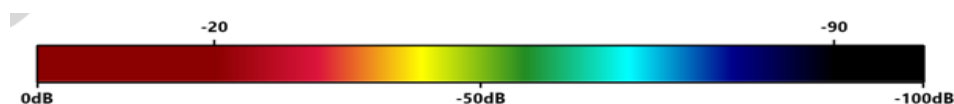
Pantalla de control de Access Point mediante WLC. Elaborado por: Josue Campo

### 3.3.1 Mapa de calor

Para el estudio se utilizó el software de análisis wifi es Acrylic Heatmaps el cual permite realizar mediciones de cobertura y propagación de la señal wifi que se encuentren en la frecuencia de 2.4Ghz y 5Ghz. Los resultados de los valores de la señal RSSI “Received Signal Strength Indication” varían de 0dBm, hasta -100dBm de mejor a peor señal.

En la Figura 3.14, se muestran los colores en el rango de intensidad de señal de mayor a menor.

Figura 3.14 Nivel de intensidad de señal.



Rango de intensidad ordenada por colores en el software Acrylic Hetamaps. Elaborado por: Josue Campo

Dentro del Edificio Matriz de la ARCOTEL se encuentran nueve Access point activos ubicados estratégicamente para brindar conexión inalámbrica en los lugares que más necesitan este servicio. En la Figura 3.15 se muestra el (RSSI) del AP arcotel-invi donde se puede observar el área de cobertura en el sexto piso. La intensidad de señal

muestra que el AP no cubre todo el piso la mayor parte del piso obtiene una señal de -50dBm que no es bueno apenas tienen conexión, también se observa que la mayor intensidad de señal se encuentra donde están ubicados los AP.

Figura 3.15 Estudio de la ubicación y cobertura inalámbrica



Medición de nivel de señal con el AP Cisco Aironet 2600. Elaborado por: Josue Campo

### **3.4 Perímetro empresarial**

#### **3.4.1 Conectividad a Internet**

Para la conexión a internet la red del Edificio Olimpo se conecta mediante un Router Cisco 1941 (ISR), este ofrece servicios de datos, movilidad y aplicaciones altamente seguras.

#### **3.4.2 Acceso Remoto y VPN**

Todo el control del acceso remoto y VPN se maneja dentro del Firewall PaloAlto con el uso de GlobalProtect habilitando de forma segura la fuerza laboral móvil. En este dispositivo se crean usuarios con contraseñas, además de IP de origen y destino de esta manera desean proporcionar acceso a aplicaciones cliente servidor. La ARCOTEL usa túneles SSL por su facilidad de uso, versatilidad con acceso a muchas ubicaciones.

#### **3.4.3 Módulo WAN**

En la conexión WAN se tiene la conexión de un Router Cisco 1941 que se encarga de enrutar todo el tráfico que proviene de las diferentes zonales que tiene la institución.



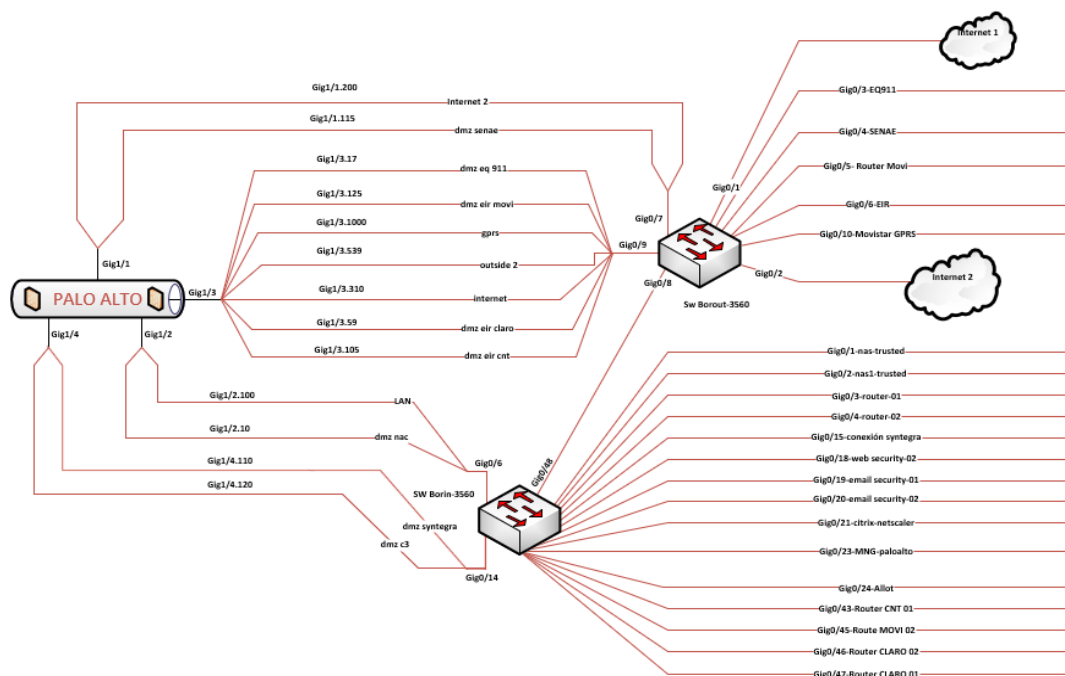
### 3.4.4 Seguridad de la Red

La institución ARCOTEL tiene el Antivirus ESET, como una solución de antivirus y antimalware del servidor. También dispone de ESET management agent, para administración remota. Este antivirus se encuentra licenciado hasta diciembre del 2019. Las herramientas que se encuentran habilitadas son las de firewall, protección contra ataques (IDS), protección contra botnets y listas negras. Las aplicaciones web trabajan con el servidor de red TCP usando los puertos más comunes (443, 80, 8080, 143, 225) verificando que todas las conexiones usen http y https.

### 3.4.5 Firewall

El firewall PaloAlto 3020 es el encargado de dar la seguridad a la institución, los elementos que controla este dispositivo de seguridad incluyen aplicaciones, amenazas externas, contenidos maliciosos; dentro del mismo se integran LDAP, Citrix y Microsoft terminal Services. La Figura 3.16 muestra las subinterfaces que se conectan al firewall

Figura 3.16 Topología de Firewall



Topología de conexión del Firewall PaloAlto. Elaborado por: Josue Campo

### **3.4.7 Calidad de servicio**

En la red del Edificio Olimpo de la ARCTOTEL no se encuentran aplicadas normas para la calidad de servicio, básicamente no ofrecen ninguna garantía para los distintos flujos. Tampoco aseguran un ancho de banda para cada uno de los departamentos en si esta red realiza técnicas FIFO (First in First Out).

## **3.5 Diseño de la red**

Una vez conocida la línea base de la ARCOTEL se planteará el diseño de la red de campus de la institución ARCOTEL con el fin de llegar a obtener una red con mayor estabilidad, seguridad, flexibilidad y mejorar recursos. Actualmente, el Edificio Olimpo posee una infraestructura que funciona con normalidad; sin embargo, los múltiples cambios que ha sufrido la institución hacen que se vuelva necesario contar con una nueva infraestructura que contenga las tecnologías que ayuden a mejorar el estado de la red.

### **3.5.1 Preparación y Planificación del nuevo modelo**

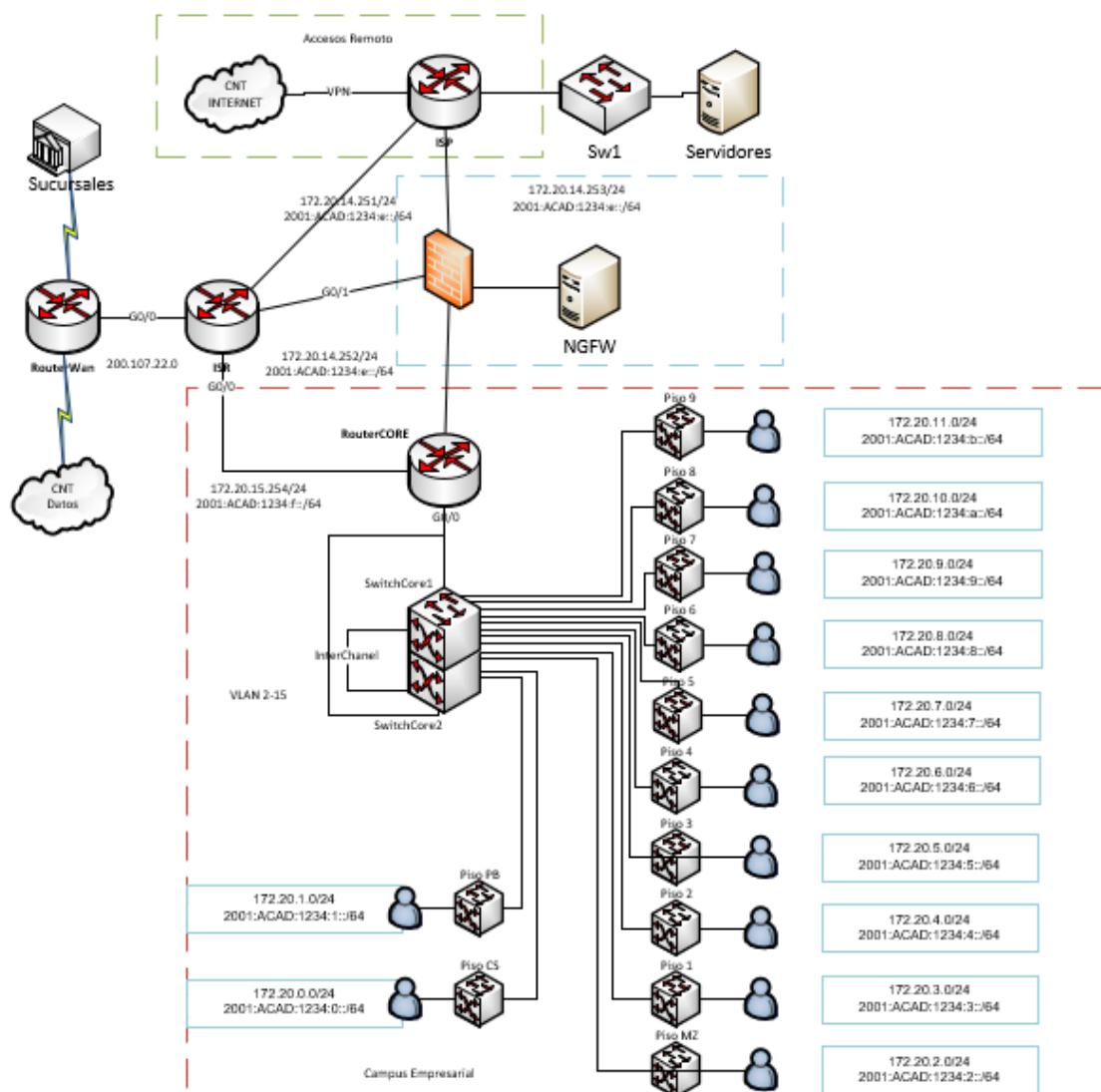
Por medio de las particularidades técnicas de la red y el levantamiento que se realizó de toda la información de la ARCOTEL del Edificio Olimpo. Se conoció que toda la institución tiene conectividad a la red y tiene un buen diseño de cableado estructurado; sin embargo, el direccionamiento, los servicios y los sistemas operativos se han visto afectados por los cambios de la institución. Es necesario realizar un análisis del rendimiento de la red para saber si el nuevo modelo lógico será compatible o será plenamente funcional con la infraestructura existente. Los funcionarios de la ARCOTEL desempeñan distintos oficios; dentro de su campo laboral requieren un permanente acceso a la internet, transferencia de archivos, video conferencia, control remoto. Producto del análisis en los requerimientos de los servicios se necesita una segmentación por direcciones, actualización de firewall a la versión más reciente, ancho de banda por autoridades, políticas de control de acceso. Se debe tomar en cuenta que hay que limitar el ancho de banda y el acceso a contenido que congestione la red.

### **3.5.2 Diseño Lógico**

En esta etapa se propone un esbozo funcional de la Red de Campus que cumpla con todas las exigencias WAN y LAN dentro de la institución para una posterior

implementación. Este diseño se desarrollará en base al análisis de la línea base levantada en este capítulo, tratando de aprovechar la mayoría de los recursos ya existentes. Para que de tal manera evitar alteraciones considerables en la infraestructura.

Figura 3.17 Topología Lógica del edificio Olimpo



Repartición y conexión de los dispositivos con sus direcciones. Elaborado por: Josue Campo

### 3.5.2.1 Diseño del módulo Red de Campus

Este módulo implementa el troncalizado de VLAN, el routing, control de acceso y QoS. Además, es el eje central del diseño proporcionando una alta disponibilidad, flexibilidad, seguridad, integrando comunicaciones IP con movilidad, utilizando

tráfico multidifusión, aumentando la velocidad de convergencia y haciéndola tolerante a fallas.

#### ***3.5.2.2 Núcleo Contraído***

El Switch Cisco Catalyst 9500 funciona como un switch de núcleo contraído, este tiene la capacidad de conexión de en un puerto físico muchas máquinas virtuales, cumpliendo las políticas de seguridad, filtrado y QoS. Usa más de un camino posible para la transmisión, varios saltos, protocolo Spanning-tree y enrutamiento entre VLAN's permitiendo que un dispositivo funcione como distribución cuando los demás funcionan como terminales de acceso.

#### ***3.5.2.3 Capa de Acceso en la red***

Para el diseño de la institución se utilizará el Switch Cisco Catalyst 9300 de 48 slots uno por cada piso, excepto en el sexto piso donde funciona la dirección de tecnologías de la información y comunicaciones, donde se instalará dos Switch.

#### ***3.5.2.4 Direccionamiento***

Se recomienda utilizar la clase B para grandes compañías que necesitan un gran número de nodos. Actualmente el edificio Olimpo tiene más de 250 equipos conectados, para lo cual se eligió una IP que pueda soportar el número de host y su posible crecimiento tecnológico. La IP de Network que se tomó para el direccionamiento es la 172.20.0.0 con mascarará 255.255.240.0 con un total de 4096 host, la dirección IPv4 será segmentada para cada uno de los departamentos de la institución con su respectiva VLAN.

Del mismo modo se plantea una dirección IPv6 2001:ACAD:1234:0::/60, debido al gran tamaño de IPv6, no se considera tan importante el número de host. La Tabla 3.3 muestra las direcciones de subredes de cada departamento con su respectiva mascara y VLAN.

Tabla 3.3 Diseño de Direccionamiento

N	Área de trabajo	VLAN	IPv4	Mascara	IPv6
1	Unidad de Atención al Consumidor de Servicios de Telecomunicaciones	VLAN10	172.20.0.0	255.255.255.0	2001:ACAD:1234:0::/64
2	Unidad de Comunicación Social	VLAN11	172.20.1.0	255.255.255.0	2001:ACAD:1234:1::/64
3	Dirección Financiera	VLAN12	172.20.2.0	255.255.255.0	2001:ACAD:1234:2::/64
4	Dirección Técnica de Control de Servicios de Telecomunicaciones	VLAN13	172.20.3.0	255.255.255.0	2001:ACAD:1234:3::/64
5	Dirección de Talento Humano	VLAN2	172.20.4.0	255.255.255.0	2001:ACAD:1234:4::/64
6	Dirección Administrativa	VLAN3	172.20.5.0	255.255.255.0	2001:ACAD:1234:5::/64
7	Dirección de Asesoría Jurídica y de Impugnación	VLAN4	172.20.6.0	255.255.255.0	2001:ACAD:1234:6::/64
8	Dirección Técnica de Control del Espectro Radioeléctrico	VLAN5	172.20.7.0	255.255.255.0	2001:ACAD:1234:7::/64
9	Dirección de Tecnologías de la Información y Comunicación	VLAN6	172.20.8.0	255.255.255.0	2001:ACAD:1234:8::/64
10	Dirección de Patrocinio y Coactivas	VLAN7	172.20.9.0	255.255.255.0	2001:ACAD:1234:9::/64
11	Dirección Técnica de Homologación de Equipos	VLAN8	172.20.10.0	255.255.255.0	2001:ACAD:1234:a::/64
12	Coordinación Técnica de Control	VLAN9	172.20.11.0	255.255.255.0	2001:ACAD:1234:b::/64
13	Inalambricas	VLAN14	172.20.12.0	255.255.255.0	2001:ACAD:1234:c::/64
14	Telefonía	VLAN15	172.20.13.0	255.255.255.0	2001:ACAD:1234:d::/64
15	DMZ	VLAN16	172.20.14.0	255.255.255.0	2001:ACAD:1234:e::/64
16	Servidores INTRA-Admin	VLAN17	172.20.15.0	255.255.255.0	2001:ACAD:1234:f::/64

Direccionamiento correspondiente a IPv4 e IPv6. Elaborado por: Josue Campo

En la Tabla 3.4 se muestra un ejemplo de cómo se distribuye el direccionamiento IPv4, en el piso nueve donde funciona Coordinación Técnica de Control.

Tabla 3.4 Direccionamiento de protocolo IPv4

	Dispositivo	VLAN	Interfaz	Dirección de Red	Mascara de Subred	Gateway	Extensión VoIP
Coordinación Técnica de Control	Rack L3	9	G0/45-48	channel-group 1-2	255.255.255.0	-	-
		14					
		15					
	AP-P9	14	G0/44	172.20.12.3	255.255.255.0	172.20.12.1	-
	AP-P9.1	14	G0/43	172.20.12.4	255.255.255.0	172.20.12.1	-
	Oficina1	15-9	G0/1-6	172.20.11.2 172.20.11.7	255.255.255.0	172.20.11.1	172.20.13.2 9002
	Cubículo 1	15-9	G0/7-8	172.20.11.8 172.20.11.9	255.255.255.0	172.20.11.1	172.20.13.3 9003
	Cubículo 2	15-9	G0/9-10	172.20.11.10 172.20.11.11	255.255.255.0	172.20.11.1	172.20.13.4 9004
	Cubículo 3	15-9	G0/11-12	172.20.11.12 172.20.11.13	255.255.255.0	172.20.11.1	172.20.13.5 9005
	Cubículo 4	15-9	G0/13-14	172.20.11.14 172.20.11.15	255.255.255.0	172.20.11.1	172.20.13.6 9006
	Cubículo 5	15-9	G0/15-16	172.20.11.16 172.20.11.17	255.255.255.0	172.20.11.1	172.20.13.7 9007
	Sala de Reuniones	15-9	G0/17-21	172.20.11.18 172.20.11.22	255.255.255.0	172.20.11.1	172.20.13.8 9008
	Sala de estar	15-9	G0/22-23	172.20.11.23 172.20.11.24	255.255.255.0	172.20.11.1	172.20.13.9 9009
	Impresora	15-9	G0/42	172.20.11.25	255.255.255.0	172.20.11.1	-

Direccionamiento correspondiente a IPv4 en el piso nueve. Elaborado por: Josue Campo

En la Tabla 3.5 se muestra un ejemplo de cómo se distribuye el direccionamiento IPv6 en el piso nueve donde funciona Coordinación Técnica de Control. Con esto se puede tener una idea clara de cómo se debe distribuir en cada piso según corresponda.

Tabla 3.5 Direccionamiento protocolo IPv6

Coordinación Técnica de Control	Dispositivo	VLAN	Interfaz	Dirección de Red	Gateway
	Rack L3	9	G0/45-48	channel-group 1-2	-
		14			
		15			
	AP-P9	14	G0/44	2001:ACAD:1234:c::3/64	2001:ACAD:1234:c::1/64
	AP-P9.1	14	G0/43	2001:ACAD:1234:c::4/64	2001:ACAD:1234:c::1/64
	Oficina1	9	G0/1-6	2001:ACAD:1234:b::2/64 2001:ACAD:1234:b::7/64	2001:ACAD:1234:b::1/64
	Cubículo 1	9	G0/7-8	2001:ACAD:1234:b::8/64 2001:ACAD:1234:b::9/64	2001:ACAD:1234:b::1/64
	Cubículo 2	9	G0/9-10	2001:ACAD:1234:b::10/64 2001:ACAD:1234:b::11/64	2001:ACAD:1234:b::1/64
	Cubículo 3	9	G0/11-12	2001:ACAD:1234:b::12/64 2001:ACAD:1234:b::13/64	2001:ACAD:1234:b::1/64
	Cubículo 4	9	G0/13-14	2001:ACAD:1234:b::14/64 2001:ACAD:1234:b::15/64	2001:ACAD:1234:b::1/64
	Cubículo 5	9	G0/15-16	2001:ACAD:1234:b::16/64 2001:ACAD:1234:b::17/64	2001:ACAD:1234:b::1/64
	Sala de Reuniones	9	G0/17-21	2001:ACAD:1234:b::18/64 2001:ACAD:1234:b::22/64	2001:ACAD:1234:b::1/64
	Sala de estar	9	G0/22-23	2001:ACAD:1234:b::23/64 2001:ACAD:1234:b::24/64	2001:ACAD:1234:b::1/64
	Impresora	9	G0/42	2001:ACAD:1234:b::25/64	2001:ACAD:1234:b::1/64

Direccionamiento correspondiente a IPv6 en el piso nueve. Elaborado por: Josue Campo

### 3.5.3 Diseño Físico

Para el diseño físico de la ARCOTEL, es necesario realizar un análisis de los equipos que se desea implementar. Para esto se tomará en cuenta los equipos existentes y el cableado estructurado, de manera que el diseño de red propuesta sea lo más amigable y compatible con la ya existente.

#### 3.5.3.1 Selección de dispositivo red de campus

Para el análisis de equipos se va a tomar en cuenta los equipos que se encuentran obsoletos o pierden su soporte en poco tiempo, para este análisis se va a realizar una Tabla de decisiones para los dispositivos de comunicación de la red como Router de Core, Switch de capa tres, Switch de capa dos, Access point estos van a ser comparados por distintos parámetros y por las particularidades que brindan los modelos existentes

en disposición. A continuación, en las siguientes Tablas, se muestra la comparación de los equipos siendo 5 bueno y 1 malo.

Tabla 3.6 Elección de terminal capa tres

<b>Parámetros \ Marca</b>	<b>CISCO CATALYST 9500</b>	<b>HP 1910 48G (JE009A)</b>	<b>ARUBA 2930M JL321A</b>
<b>Número de Puertos</b>	5	5	5
<b>Protocolo de Enrutamiento</b>	5	4	3
<b>VLAN</b>	5	3	4
<b>SVI</b>	5	5	1
<b>Seguridad</b>	5	4	4
<b>Rendimiento</b>	5	3	4
<b>Fuente Redundante</b>	1	5	5
<b>Consumo de Potencia</b>	3	5	5
<b>PPS</b>	5	3	5
<b>Protocolo de Interconexión de Datos</b>	5	5	5
<b>Precio</b>	1	3	3
<b>Total</b>	45	45	44

Tabla comparativa de los equipos de distribución parámetros detallados ver anexo 12.

Elaborado por: Josue Campo

El switch de capa tres que se escogió es el equipo Cisco Catalyst 9600 ya que cumple las características más importantes que requiere la institución.

Tabla 3.7 Elección de terminal de acceso

<b>Parámetros \ Marca</b>	<b>CISCO CATALYST 9300</b>	<b>Switch HP 1920</b>	<b>Ubiquiti US-48 500W</b>
<b>Número de Puertos</b>	5	5	5
<b>Protocolo de Enrutamiento</b>	5	5	5
<b>VLAN</b>	5	3	5
<b>SVI</b>	5	2	3
<b>Seguridad</b>	5	5	5
<b>Rendimiento</b>	5	3	4
<b>Fuente Redundante</b>	5	1	3
<b>Consumo de Potencia</b>	5	4	3
<b>PPS</b>	5	2	3
<b>Protocolo de Interconexión de Datos</b>	5	5	5
<b>Precio</b>	1	3	5
<b>Total</b>	51	38	46

Tabla comparativa de los equipos de distribución parámetros detallados en el Anexo 13.

Elaborado por: Josue Campo

Tabla 3.8 Elección de terminal Punto de acceso

<b>Parámetros \ Marca</b>	<b>Ubiquiti Unifi AC Pro</b>	<b>Aruba Serie 220</b>	<b>Cisco Aironet serie 4800</b>
<b>Tipo de antena</b>	5	5	5
<b>Consumo de energía</b>	5	5	5
<b>Wi-Fi Standards</b>	5	5	5
<b>Utilización de bandas</b>	3	3	5
<b>Numero de antenas</b>	4	4	5
<b>Interfaces de red</b>	4	4	5
<b>Fuente de alimentación</b>	3	3	5
<b>Precio</b>	5	4	4
<b>Total</b>	34	33	39

Tabla comparativa de los equipos del punto de acceso parámetros detallados Anexo 14.

Elaborado por: Josue Campo

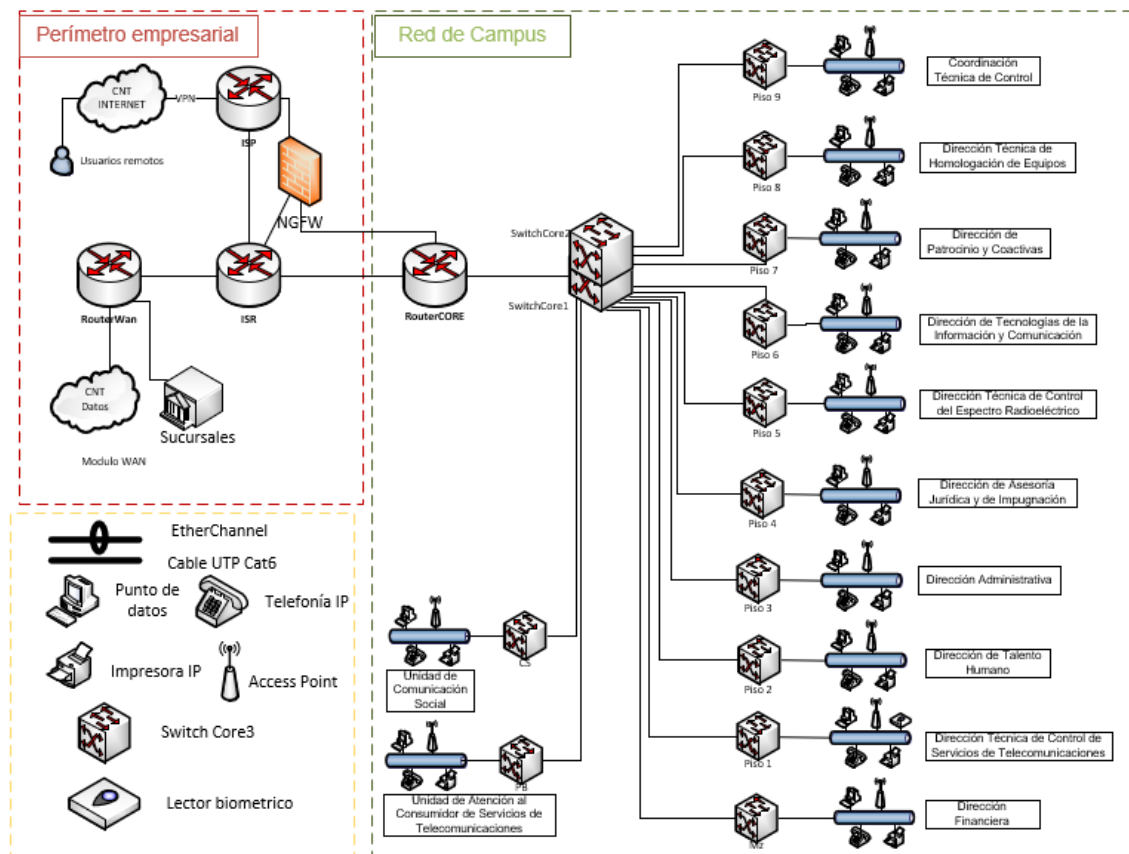
Para la elección de los equipos se tomó el valor total de cada equipo, en el caso de switch capa 3 el dispositivo Cisco Catalyst 9600 obtuvo una puntuación de 45/55. En el caso del switch de acceso el dispositivo Cisco Catalyst 9300 obtuvo una puntuación de 51/55 y para los puntos de acceso el dispositivo Cisco Aironet serie 4800 obtuvo una puntuación 39/40. Se ha tomado como elección los equipos con mayor puntuación y que son compatibles con la infraestructura existente.

### ***3.5.3.2 Representación física de la nueva red***

En la Figura 3.18 se muestra la topología física de la repartición de los dispositivos que se van a utilizar y sus respectivas conexiones para las diferentes áreas. Las áreas de trabajo fueron distribuidas según las especificaciones por dirección, en esta figura se pueden observar los enlaces de las PC, AP, impresoras, telefonía IP, sistema biométrico y cableado.



Figura 3.18 Diseño de Topología Física



Distribución de los equipos físicos de los equipos. Elaborado por: Josue Campo

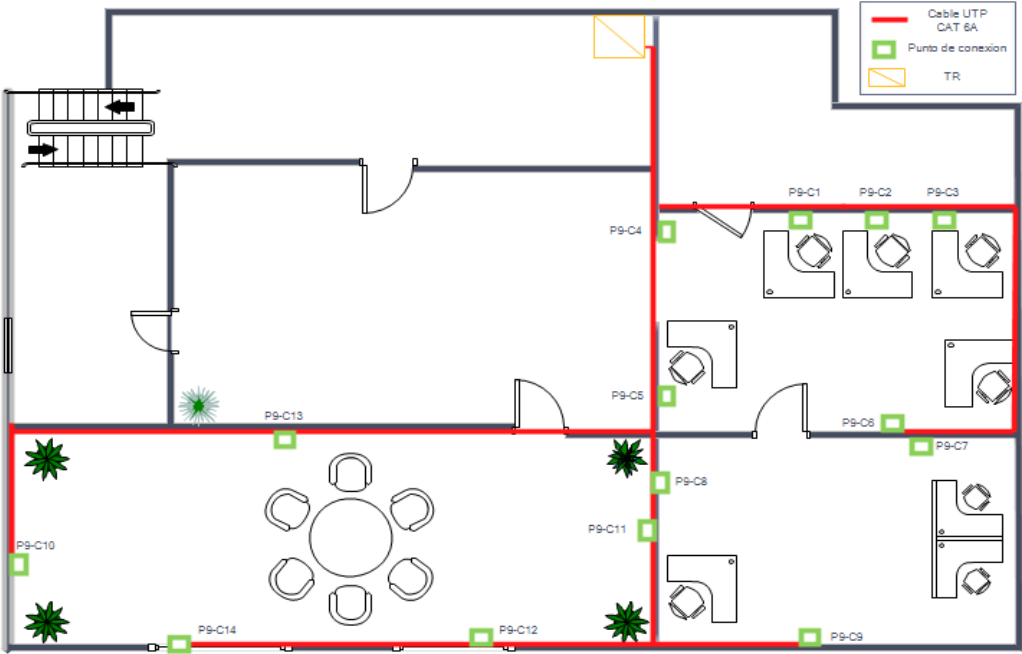
### 3.5.3.3 Diseño del nuevo cableado estructurado

El Edificio Olimpo de la ARCOTEL posee un tendido de cableado estructurado. Debido a que la institución consta de varios pisos este tiene una ramificación de backbone, la conexión vertical se comunica con los Switch de distribución, los mismos que están ubicados en racks secundarios uno en cada piso. Este tendido de cableado no tiene ninguna agrupación o canaleta específica, todo el tendido va por dentro de techo falso. Los planos del cableado estructurado no existen por tal motivo no se los ubico en el levantamiento de la línea base. Mediante una inspección se pudo observar que los switch se encuentran rotulados al igual que el cableado tiene su respectivo etiquetado, al mismo tiempo se pudo observar que los cables se encuentran en desorden.

Para el diseño del tendido de cableado de la red se va a realizar un ejemplo de cómo se encuentra el tendido en los diferentes pisos que tiene el Edificio Olimpo, estos diseños se repiten por piso con algunos cambios de ubicaciones de los puntos de

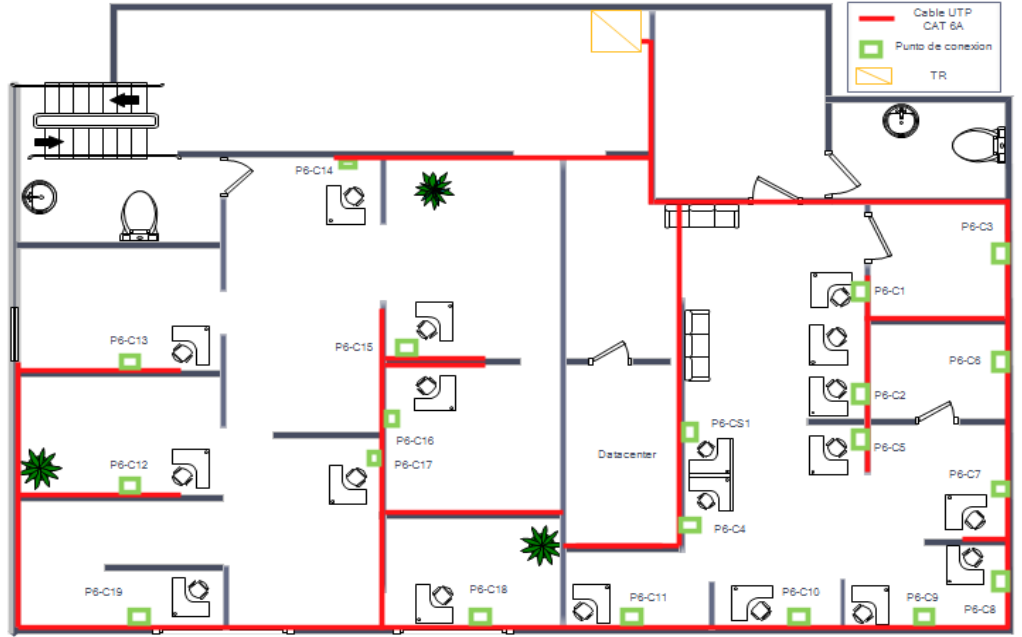
trabajo. La Figura 3.19, 3.20, 3.21, 3.22 muestra el cableado propuesto con todos los puntos de acceso.

Figura 3.19 Distribución del cableado horizontal en el piso nueve



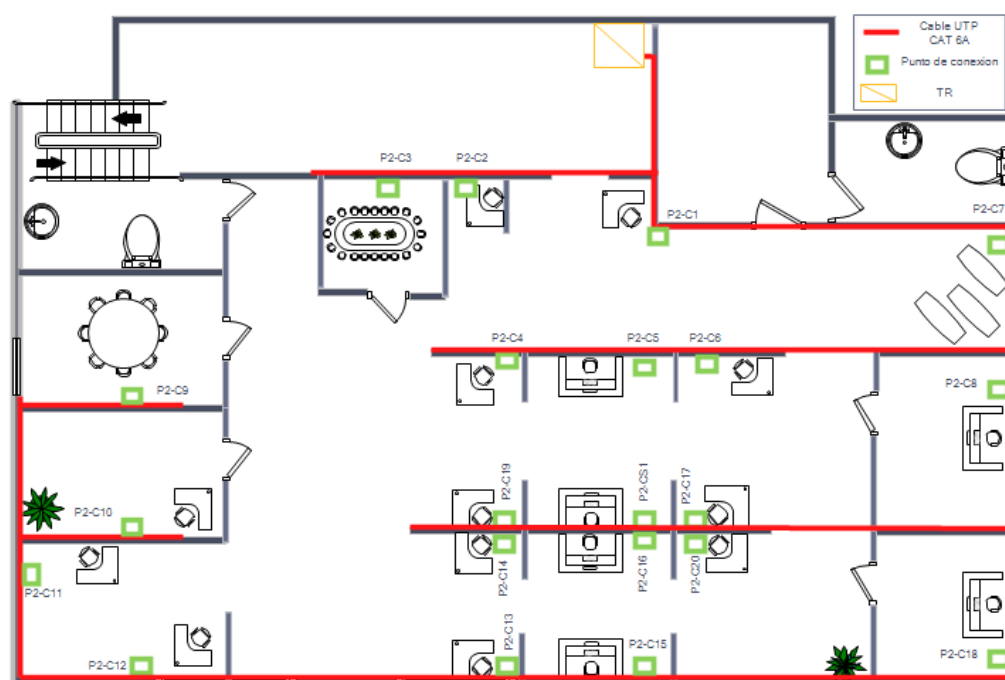
Repartición de los puntos de conexión en las áreas de trabajo en el piso nueve. Elaborado por: Josue Campo

Figura 3.20 Distribución del cableado horizontal en el piso seis



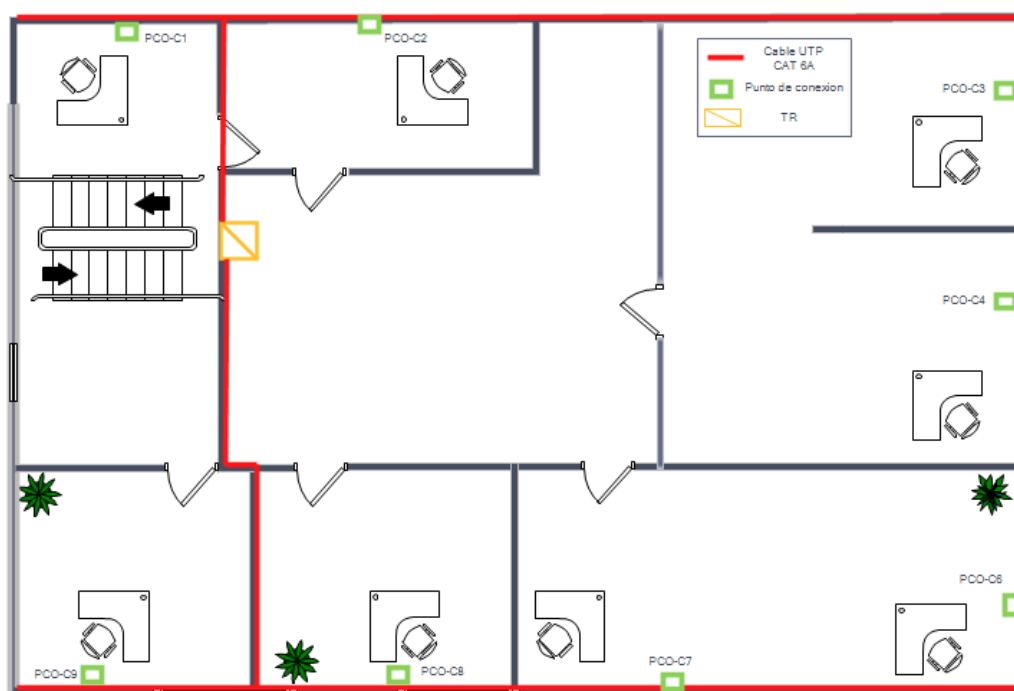
Repartición de los puntos de conexión en las áreas de trabajo en el piso seis. Elaborado por: Josue Campo

Figura 3.21 Distribución del cableado horizontal en el piso dos



Repartición de los puntos de conexión en las áreas de trabajo en el piso dos. Elaborado por: Josue Campo

Figura 3.22 Distribución del cableado horizontal en el piso Casa Social



Repartición de los puntos de conexión en las áreas de trabajo en la Casa Social. Elaborado por: Josue Campo

El tendido del cableado se encuentra elaborado con el cable par trenzado categoría 6A extendido por el techo falso de cada piso, desde el techo se usan canaletas de 20x12mm para llegar a los hosts.

En la Tabla 3.9 se puede observar la suma de los puntos de área de trabajo propuesto para la institución, los puntos de datos de cada área deben ser superiores al número de funcionarios debido a un posible crecimiento de empleados. Estos puntos serán dobles y simples que están colocados en la pared.

Tabla 3.9 Repartición de puntos de red para el edificio matriz

N	Área de trabajo	Usuarios	Puntos de Acceso	Tomas de Datos	Tomas Simples
1	Unidad de Atención al Consumidor de Servicios de Telecomunicaciones	12	2	16	1
2	Unidad de Comunicación Social	8	2	15	1
3	Dirección Financiera	11	2	14	1
4	Dirección Técnica de Control de Servicios de Telecomunicaciones	7	2	12	1
5	Dirección de Talento Humano	14	2	20	1
6	Dirección Administrativa	13	2	16	1
7	Dirección de Asesoría Jurídica y de Impugnación	12	2	15	1
8	Dirección Técnica de Control del Espectro Radioeléctrico	13	2	15	1
9	Dirección de Tecnologías de la Información y Comunicación	15	2	19	1
10	Dirección de Patrocinio y Coactivas	12	2	15	1
11	Dirección Técnica de Homologación de Equipos	8	2	16	1
12	Coordinación Técnica de Control	6	2	14	1
<b>Total</b>		131	24	187	12

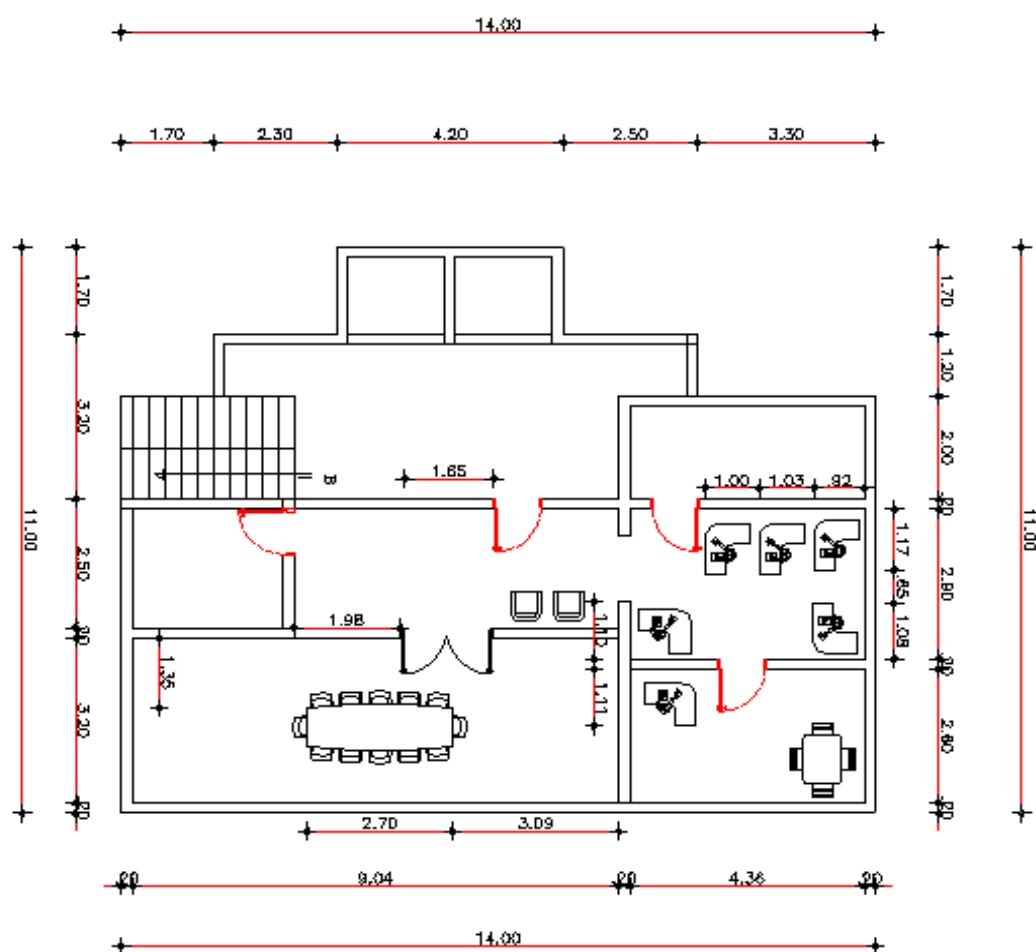
Repartición puntos de red en cada unidad de la institución. Elaborado por: Josue Campo

#### 3.5.3.4 Dimensión del recorrido del cableado

Para el edificio matriz se propone usar el cableado que ya existe en la institución, ya que estos se encuentran en buen estado y cumplen con los estándares de cableado estructurado. Por otra parte, representaría un gran ahorro para la institución y las instalaciones no sufriría modificaciones, sin embargo, si se debe realizar la instalación de los nuevos puntos en las áreas de trabajo.

En la Figura 3.23 se muestra un ejemplo de las distancias por cotas para las instalaciones de los puntos de trabajo en el piso nueve, el tendido esta realizado con cable UTP cobre CAT6. Mediante el software AUTCAD se puede medir las distancias en el plano del piso.

Figura 3.23 Distancias de recorrido para el piso 9



Determinación de las cotas para el piso 9 del piso olimpo. Elaborado Josue Campo

La Tabla 3.10 muestra la dimensión de cable necesaria para llegar desde el Rack de piso hacia los puntos de trabajo, además se debe añadir las distancias de subida del cable hacia el techo falso y de bajada de este. En base a este cálculo se puede estimar cuanto cable sería necesario para cada piso. Cabe mencionar que los pisos no diferencian mucho unos de otro por lo que la cantidad de cable sería parecida, además a esto hay que agregarle el cable de los puntos de acceso.

Tabla 3.10 Calculo Distancias recorrida piso 9

Puntos de Red	Subida de cable Rack de Piso (m)	Recorrido (m)	Bajada de cable (m)	Distancia (m)
P1	0,5	3,9	2,3	6,7
P2	0,5	4,9	2,3	7,7
P3	0,5	5,93	2,3	8,73
P4	0,5	8,37	2,3	11,17
P5	0,5	7,81	2,3	10,61
P6	0,5	5,42	2,3	8,22
P7	0,5	7,05	2,3	9,85
P8	0,5	7	2,3	9,8
P9	0,5	9	2,3	11,8
P10	0,5	12,39	2,3	15,19
P11	0,5	14,09	2,3	16,89
P12	0,5	15,09	2,3	17,89
P13	0,5	16,69	2,3	19,49
P14	0,5	8,3	2,3	11,1
P15	0,5	11	2,3	13,8
Ap9	0,5	7,5		8
AP9.1	0,5	11,35		11,85
Total				198,79

Determinación de la distancia recorrida desde el Rack de piso hasta los puntos de trabajo.

Elaborado por: Josue Campo

Mediante el cómputo de la suma de cable para el extendido del piso 9 con 15 puntos de conexión se obtuvo una distancia total de cableado 198.79 metros de cable. Cabe mencionar que ha este valor hay que multiplicarlo por dos ya que las tomas de trabajo son dobles excepto la de impresora y de los AP. Esto da un resultado aproximado de 2 bobinas por piso incluyendo el cable de conexión entre el SW de núcleo y el SW de distribución, en total 24 bobinas para el edificio olimpo.

#### 3.5.3.4 Distribución de los equipos activos

En la institución los equipos tienen una ubicación específica el data center se localiza ubicado en el sexto piso y los racks secundarios de acceso se encuentran uno en cada piso. Mediante el análisis de la línea base se determinó que estos equipos no sean reubicados ya que poseen un lugar estratégico en la institución y es de fácil acceso para los funcionarios de Dirección de Tecnologías de la información, los mismos que son encargados de la administración de la Data Center. En el rack3 y rack4 encargado de la comunicación principal de la institución se encuentran los equipos de distribución para cada unidad, ya para el momento de instalación se utilizará el mismo lugar dentro

del rack remplazando el dispositivo antiguo por el nuevo. Cada uno de estos disponen de conexión posee etiquetado, regletas de alimentación, divisiones de techo, ordenadores verticales como horizontales. En el Anexo 15 se puede observar la distribución del rack.

### 3.5.3.5 Etiquetado

Los dispositivos que se encuentran en el Edificio Olimpo tienen su respectivo etiquetado, este se encuentra en buen estado, sin embargo, algunos de estos identificadores se encuentran en desorden basta con identificarlos y cambiarlos. Por tales motivos se tiene que respetar la secuencia ya existente. En la Tabla 3.11 se muestra un ejemplo de cómo es la identificación del piso 9.

Tabla 3.11 Identificador de etiquetas rack de piso

Número de Identificación	Área/Equipo1
9	Piso nueve E1
P	Rack Secundario (Coordinación Técnica de control)
PP1	Patch panel 1
PP2	Patch panel 2
1--24	Número de puertos en patch panel
101--124	Número de puertos en patch panel

Recomendación para el etiquetado del rack de piso. Elaborado por: Josue Campo

Para una mejor comprensión se tiene como ejemplo 9P-PP1-1, que se traduce a que el cable pertenece al noveno piso, al Patch panel 1 y está conectado a l puerto 1.

### 3.5.4 Diseño Lógico de la red WLAN

La ARCOTEL requiere un diseño de red de alto nivel, para el diseño se realizó un estudio para determinar los lugares más estratégicos donde ubicar los dispositivos, también se tomó en cuenta la línea base para reutilizar algunos de estos puntos con el objetivo da dar mayor accesibilidad de internet a los usuarios.

#### 3.5.4.1 Áreas de cobertura

Las áreas que van a ser cubiertas son la que necesitan más el servicio de comunicación inalámbrica o los lugares con mayor prioridad. Para esto se utilizará 24 Access point de marca Cisco Aironet Serie 4800, hay que tomar en cuenta de cómo está diseñada la

infraestructura, la cantidad de pisos y paredes que debe atravesar la señal. Teniendo en cuenta que los APs que dispone la institución 4 están vigentes, se recomienda cambiar todos los dispositivos AP con los propuestos.

#### **3.5.4.2 Densidad de funcionarios en la WLAN**

La cifra de usuarios dentro de la red inalámbrica casi siempre es el mismo este depende netamente de los usuarios de cada piso dentro del Edificio Olimpo, la mayoría de los funcionarios de la institución cuentan con al menos dos dispositivos inalámbricos laptop y teléfono celular. En los casos más críticos como en la dirección de tecnologías de la información pueden contar con hasta dos dispositivos inalámbricos. En la Tabla 3.12 evidencia el número de usuarios y la cantidad de dispositivos inalámbricos que se conectaran a la WLAN con un mínimo de dos dispositivos por usuario. Con el dispositivo WCL Cisco 5500 se puede obtener un promedio de 150 conexiones inalámbricas en la institución durante una jornada laboral, con un máximo de 180 conexiones.

Tabla 3.12 Cantidad de dispositivos conectados a la WLAN

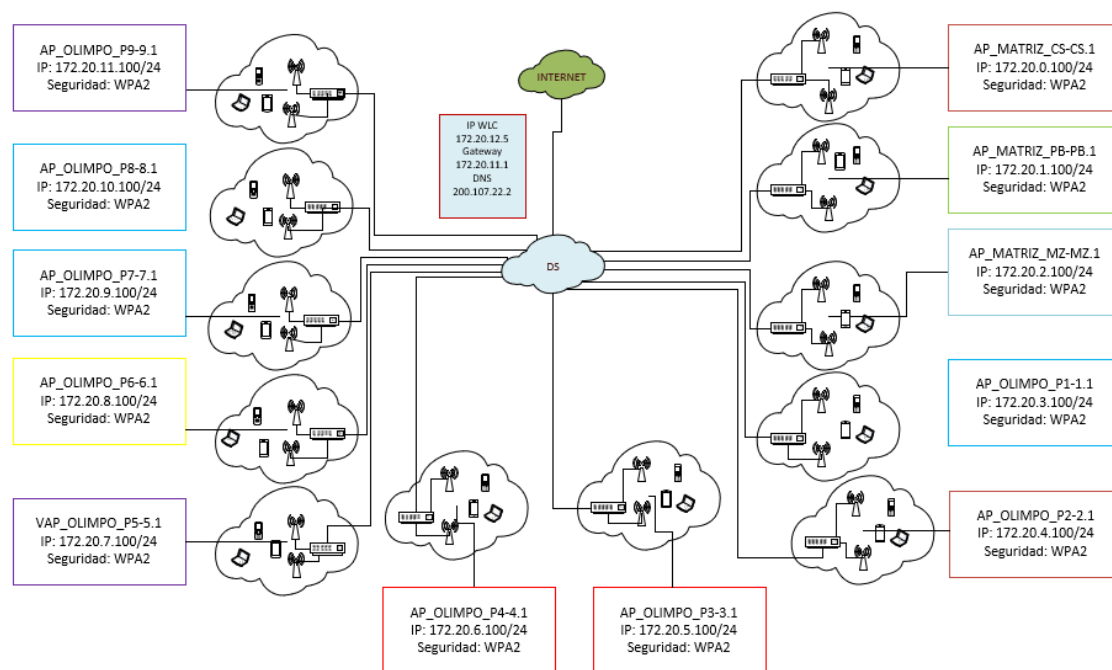
<b>N</b>	<b>Área de trabajo</b>	<b>Usuarios</b>	<b>Dispositivos</b>
1	Unidad de Atención al Consumidor de Servicios de Telecomunicaciones	12	24
2	Unidad de Comunicación Social	8	16
3	Dirección Financiera	11	22
4	Dirección Técnica de Control de Servicios de Telecomunicaciones	7	14
5	Dirección de Talento Humano	14	28
6	Dirección Administrativa	13	26
7	Dirección de Asesoría Jurídica y de Impugnación	12	24
8	Dirección Técnica de Control del Espectro Radioeléctrico	13	26
9	Dirección de Tecnologías de la Información y Comunicación	15	30
10	Dirección de Patrocinio y Coactivas	12	24
11	Dirección Técnica de Homologación de Equipos	8	16
12	Coordinación Técnica de Control	6	12
	<b>Total</b>	<b>131</b>	<b>262</b>

Distribución de los usuarios por cada piso que se va a conectar a la WLAN. Elaborado por: Josue Campo



Para una mejor comprensión se muestra en la Figura 3.24 el diagrama lógico de la red WLAN

Figura 3.24 Diagrama lógico de WLAN



Distribución de los Acceso point en la institución con la conexión a cada piso. Elaborado por: Josue Campo

### 3.5.5 Diseño físico de la red WLAN

#### 3.5.5.1 Localización de los AP en la institución

Para la ubicación de los AP es sumamente significativo llevar a cabo una visita a las instalaciones en las que se preveé instalar los dispositivos inalámbricos. Esta visita servirá para identificar los diferentes tipos de obstáculos que puedan existir, como son, vidrio, concreto, paneles, entre otros que ocasionen atenuación degradante de señal. Como los planos de la institución son material privado no se puede saber concretamente de qué material es cada uno de los elementos que podrían afectar a la red. Además, en función de los resultados de la inspección se podrá elegir el tipo de montaje para los Access point y determinar un camino óptimo que lleve el cableado hasta los Puntos de Acceso. En la Tabla 3.13 se muestra una referencia de cómo afecta algunos de los materiales en el rendimiento de la red.

Tabla 3.13 Valores de Atenuación

N	Material	Atenuación
1	Ventana de cristal	2dB
2	Puerta de madera	3dB
3	Cubículo	3-5dB
4	Pladur	3dB
5	Pared de yeso	4dB
6	Bloque de hormigón	5dB
7	Mármol	5dB
8	Muro de vidrio con marco metálico	6dB
9	Muro de ladrillo	8dB
10	Muro de cemento	10-15dB

Atenuación de acuerdo con el material de construcción. (Martinez, 2013)

Mediante el software Acrylic Heatmaps se realizó los mapas de calor los que representan la medida de fuerza además de cobertura de la señal Wifi. Mediante este análisis se pudo obtener en qué áreas es más óptimo la ubicación de los Access Point, se debe tomar en cuenta que en este análisis se tomó como referencia la distribución de los AP que ya posee la institución.

Después de finalizado el análisis se concluyó que la distribución de los AP dentro de la del Edificio Olimpo de la ARCOTEL deberán ser dos por piso para cubrir cada área. Por tales motivos se tomó la decisión de reubicar los equipos AP en lugares estratégicos, se instalarán todos los equipos nuevos en cada área y se retirarán los equipos antiguos. En la (Anexo16) se puede observar el esquema físico WLAN.

#### **3.5.5.2 Configuración de los AP Cisco**

Para la configuración de los Access Point se va a usar un controlador de LAN inalámbricas (WLC) Cisco 5500, este estará conectado en la granja de servidores de la red. WLC nos permite la administración y configuración de un conjunto de

dispositivos inalámbricos de manera simplificada por medio de acceso independiente del dispositivo en el que se esté presente. (Cisco C. , 2009)

Para esto se configura las VLAN de redes inalámbricas en el switch de núcleo colapsado por consola, para de tal manera asignar las IP de los AP. También se configura la dirección IP estática 172.20.13.5 con mascar 255.255.255.0 dentro del WLC para tener acceso al modo gráfico y realizar la configuración de los demás AP.

En la Figura 3.25 se especifica la configuración con la respectiva SSID, la seguridad y VLAN del AP\_OLIMPO\_P9.

Figura 3.25 Configuración de AP con WLC

The screenshot shows a web browser window with the URL <http://172.20.12.5>. The page is the Cisco 2500 Series Wireless LAN Controller configuration interface. The title bar says 'Cisco 2500 Series Wireless LAN Controller'. The main heading is '1. Set Up Your Controller'. The configuration fields are as follows:

Field	Value
System Name	ARCOTEL
Country	United States (US)
Date & Time	07/10/2019 21:26:31
Timezone	International Date Line West
NTP Server	(optional)
Management IP Address	172.20.12.5
Subnet Mask	255.255.255.0
Default Gateway	172.20.12.1
Management VLAN ID	14

At the bottom, there are 'Back' and 'Next' buttons.

Configuración del AP usando los parámetros para el noveno piso usando WLC. Elaborado Josue Campo

### 3.5.6 Perímetro empresarial

#### 3.5.6.1 E-Commerce

La implementación en la institución tiene una facilidad de implementación ya que la infraestructura existente dispone de servidores web http, aplicaciones, base de datos, firewall y router. Se usará software Open Source con garantías de facilidad de gestión de una Ecommerce.

### 3.5.6.2 Diseño módulo de Conectividad a internet

La solución de implementar cortafuegos de nueva generación nos va a garantizar que la red tenga un buen funcionamiento, sin interrupciones, con un análisis exhaustivo del tráfico detectando y minimizando riesgos. Los servidores de web y DNS usan un sistema operativo en Linux kernel 2.6 [www.arcotel.gob.ec](http://www.arcotel.gob.ec). Los dominios para la institución mail.arcotel.gob.ec.

Para lo cual se va a elegir un *appliance* que desempeñe las exigencias de la institución, de manera que se pueda garantizar la seguridad, conectividad, estabilidad y servicios. En la Tabla 3.14 se presenta la comparación de cortafuegos de siguiente generación otorgando una calificación de 5 como bueno y de 1 como malo, el NGFW que tenga el valor más alto, la suma total será el que se acople más a los lineamientos de la institución.

Tabla 3.14 Comparación de NGFW

	ClearOS	FortinetOS	Pfsense
Disponibilidad	5	4	1
Firewall	5	5	5
Balance de WAN y Failover	1	5	5
Routing	5	5	5
Filtrado Web	5	5	5
Antispam	5	5	1
Antivirus	5	3	5
Portal Cautivo	5	3	5
Servidor Open Vpn	5	5	5
Cliente Open Vpn	3	4	5
DNS	5	4	4
Servidor DHCP	5	4	4
VoIP	1	3	4
Web, HTTP	5	4	4
Servidor SMTP	5	4	1
Servidor SSH	5	4	5
Servidor File	5	3	5
Servidor RADIUS	5	1	5
Servidor PPTP	5	5	5
Portal Cautivo	1	3	5
AP inalambrica	1	3	5
Ipssec VPN	5	5	1
Costo	1	1	5
Total	93	88	95

Tabla comparativa para la selección de cortafuegos de nueva generación. Elaborado por: Josue Campo

Como muestra la Tabla 3.14 el NGFW que cumple todas las especificaciones con el mayor puntaje es el pfSense.

### 3.5.6.3 Selección del servidor

Para la conexión a internet se necesita elegir un equipo físico donde se pueda instalar software open-server que contengan todos los equipos que usualmente son implementados en la red como Firewall, Servidores, Switch y Router. La comparación de los servidores que se encuentran en el mercado y contienen estas características de NGFW se muestran a continuación.

Tabla 3.15 Comparación de Servidores

Parámetros \ Marca	HP ProLiant DL380 Gen9	CISCO UCS C220 M4 1Tb/16 Gb	Dell PowerEdge R640
Precio	4	5	4
Procesador	4	5	5
Capacidad Memoria	5	4	5
Almacenamiento Interno	4	5	3
Fuente de Poder	3	4	5
Sistema Operativo	4	5	4
Gráficos	5	5	5
Ventiladores	3	4	5
Factor de Forma	3	5	5
Garantía	4	5	4
Total	39	47	45

Tabla comparativa para la selección de Servidores (Mas detalles, ver Anexo 17).

Elaborado por: Josue Campo

### 3.5.6.4 Diseño Módulo de Acceso Remoto y VPN

El software de código abierto pfSense dispone de varias funciones entre ellas las de un servidor y un cliente Open VPN, este permite acceder a servicios o equipos remotos de la compañía. Cada uno de estos usuarios tendrá que identificarse con su certificado único para acceder a los servicios, entre ellos están las extensiones de telefonía, correo electrónico, chats corporativos, páginas webs empresariales y aplicaciones internas. (Arrango , 2019)

En la Figura 3.26 se puede que con el uso de pfSense se logra reducir la mayoría de equipos físicos que se encuentran en la red del Edificio Olimpo de la ARCOTEL.

Figura 3.26 Modulo de acceso remoto y VPN

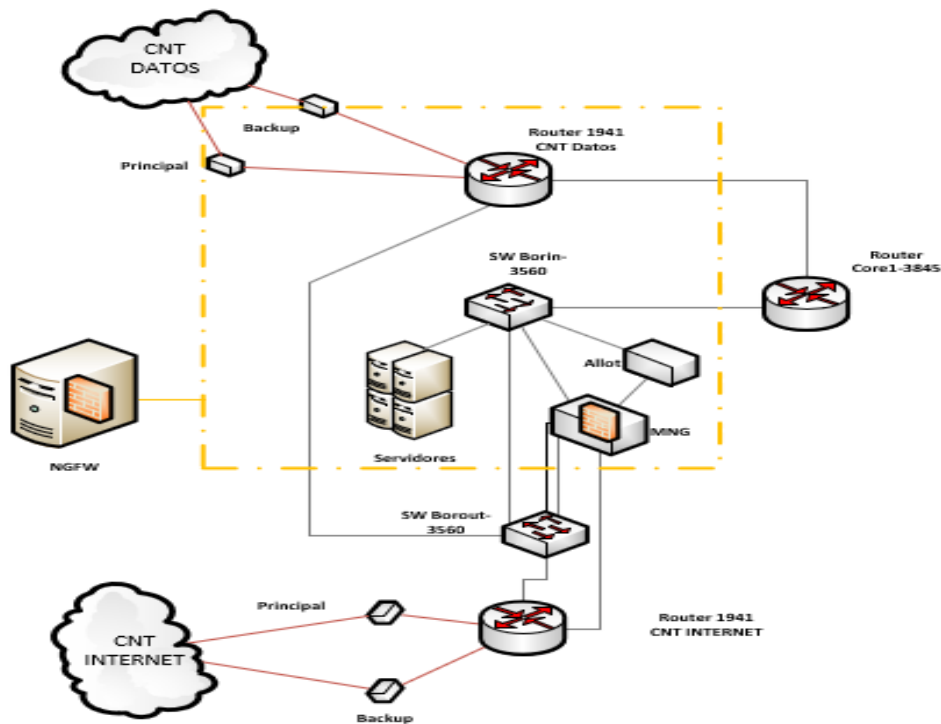


Diagrama de equipos físicos de red actual, contenidos en el software pfSense. Elaborado por: Josue Campo

Mediante Open VPN se usa el método Internal Certificate Authority de tipo servidor para crear los certificados, a continuación, se crean los usuarios con su respectiva contraseña y su certificado digital. Un ejemplo de la instancia Open VPN, firewall y reglas, se puede evidenciar en la siguiente Tabla.

Tabla 3.16 Función Open VPN en pfSense

Instancia OpenVPN					
Usuario	Contraseña	Server Mode	Protocolo /Port	IPv4/IPv6 Tunnel Network	IPv4/IPv6 Local Network
Funcionario 1	ARCOXXXXX	(SSL/TLS+User Auth)	UDP/1194	10.10.10.0/24 2001:CAFE:1234:0::/60	172.20.0.0/20 2001:ACAD:1234:0::/60
Firewall pfsense					
Action	Interface	Address	Protocol	Source	Destination
Pass	WAN	IPv4/IPv6	UDP	any	OpenVPN (1194)
Reglas					
Action	Interface	Address	Protocol	Source	Destination
Pass	OpenVPN	IPv4/IPv6	any	any	any

Instancias para la función Open VPN contenidas en el software pfSense. Elaborado por: Josue Campo

### 3.5.6.5 Selección del ISR

El Router de servicios integrados que requiere la institución es aquel que pueda brindar una conexión a usuarios remotos por medio de WAN, PSTN y VPN a través de internet. También que disponga de servicio de VoIP, la lista de la Tabla 3.17 muestra la comparación de los dispositivos ISR, según los resultados el equipo a elegir es de marca Cisco.

Tabla 3.17 Comparación de ISR

<b>Parámetros \ Marca</b>	<b>Cisco 4221</b>	<b>Juniper J6350</b>	<b>Huawei AR2240</b>
<b>Número de puertos</b>	5	5	3
<b>Puertos WAN</b>	5	3	3
<b>Seguridad</b>	5	5	5
<b>Procesador</b>	3	3	5
<b>Capacidad de Reenvío</b>	3	5	3
<b>Módulos E1/T1</b>	5	5	5
<b>Consumo de potencia</b>	5	3	1
<b>Factor de forma</b>	5	5	3
<b>Fuente Redundante</b>	1	3	1
<b>Precio</b>	5	1	3
<b>Total</b>	42	38	32

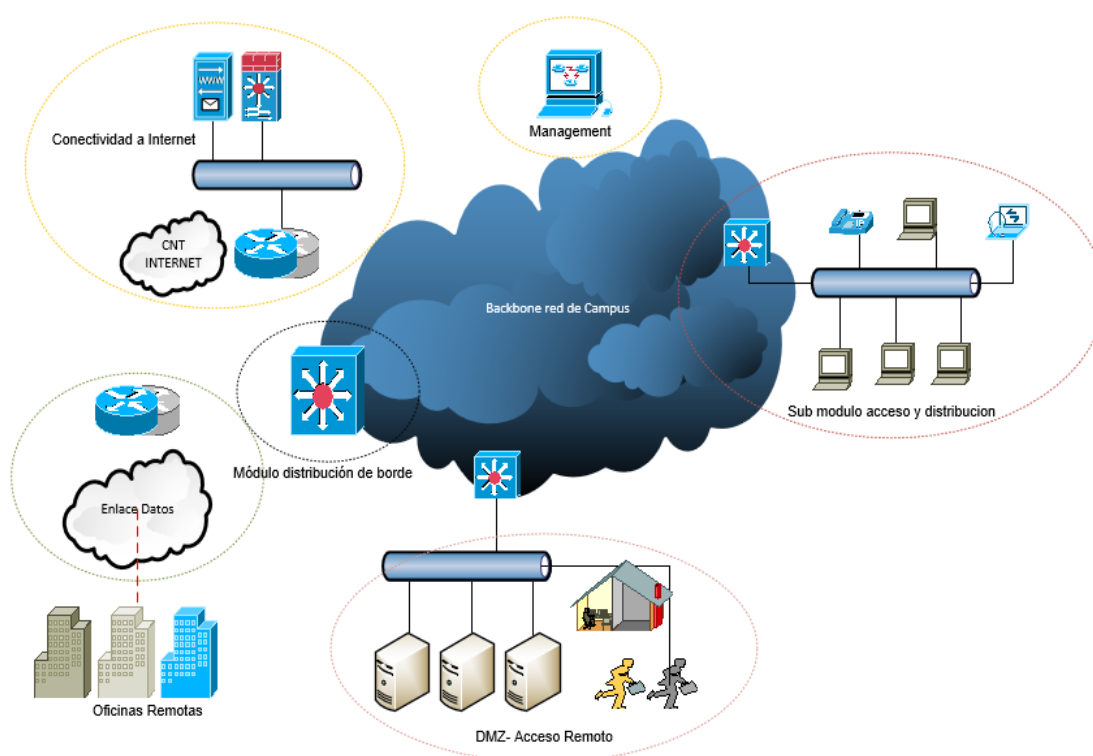
Tabla comparativa para la selección del equipo ISR (Mas detalles, Anexo 18).

Elaborado por: Josue Campo

### 3.5.6.5 Modulo Distribución de frontera

En este módulo se permite integrar la frontera de la institución con la red de campus en ambos sentidos, para que la red tenga funcionalidad es necesarios adecuar sistemas de detección de intrusos IDS e IPS, estos se encargaran de monitorizar el tráfico entrante. PfSense tiene integrado estos sistemas y pueden actuar con este rol con paquetes Snort con capacidad de bloquear IP maliciosas, se puede añadir listas de pase, eventos, alertas y estadística. La Figura 3.27 muestra cómo debe de ser el diseño total de módulo de la institución.

Figura 3.27 Modelo de frontera



Descripción frontera de la Institución ARCOTEL. Elaborado por: Josue Campo

### 3.5.6.6 Alta disponibilidad y Redundancia

En el diseño de la red frontera siempre se debe implementar enlaces de Backup o enlaces redundantes que permitan que los datos tomen caminos alternativos cuando se produce algún fallo en la red.

El software pfSense cuenta con la funcionalidad Failover comunicación por errores, el que se encarga de redireccionar toda la información generada del campus enviándola por el ISR hacia la WAN. La Tabla 3.18 revela la comparación de los dispositivos de alta disponibilidad para la red de campus.



Tabla 3.18 Selección de Router de Alta Disponibilidad

Parámetros \ Marcas	Huawei AR 207	CISCO 921-4P	Juniper SRX340
Velocidad	3	5	3
Administración	1	5	3
Consumo de potencia	5	5	5
Protocolo Alta Disponibilidad	3	5	4
IPv4 IPv6	5	5	5
Seguridad	5	5	5
QoS	3	5	5
Precio	5	3	4
Total	30	38	34

Tabla comparativa para la selección de alta disponibilidad (Mas detalles, Anexo 19). Elaborado por:  
Josue Campo

### 3.5.6.7 Seguridad Red Frontera

Para la seguridad de los recursos de la institución se implementará un Next Generation Firewall como primera línea de defensa. En la Tabla 3.19 se realiza un ejemplo de la traducción de direcciones para la conexión a internet.

Tabla 3.19 Diseño de NAT

Interface	Protocol	Source Address	Source Port	Destination Address	Destination Port	NAT IP	NAT Port
WAN	TCP/UDP	any	any	WAN address	80-443-7070-8080-9090-3389-3306-1433-21-53-25	172.20.14.1	80-443-7070-8080-9090-3389-3306-1433
WAN	TCP/UDP	any	any	WAN address	80-443-20-21-22-69-23-123-53-25-21-3343-3598	172.20.14.4	80-443-20-21-22-69-23-123-53-25-21-3343-3598

Tabla NAT o publicación de servicios en pfSense para la Elaborado por: Josue Campo

En la Tabla 3.20 y 3.21 se muestra una propuesta de filtrado con listas de acceso por puertos, además se implementará filtrado de puertos en el equipo de conexión a internet.

Tabla 3.20 Listas de control de Accesos NGFW

Interface	Source Address	Source Port	Destination Port	Status
WAN	172.20.14.1/24 2001:ACAD:1234:e:200/64	any	80-443-53-123-1194-1812-1813-444-5004-3434-3598	Permitir
	any		any	Bloqueo
DMZ	172.20.14.5 2001:ACAD:1234:e:201/64	any	20-21-22-69-23-80--8080443-53-123-1194-1812-1813-444-5004-3434-3598	Permitir
	any		any	Bloqueo
Campus	any	172.20.15.2/24 2001:ACAD:1234:f:/64	22-25-26-53-23-631-80-8080-443-53-123-1194-1812-1813-444-5004-3434-3598	Permitir
	any	any	any	Bloqueo

Lista de control de acceso de filtrado por puertos. Elaborado por: Josue Campo

Tabla 3.21 Filtrado de puertos VLAN

Interface	Source Address	Destination Address	Destination Port	Status
VLAN10	any	172.20.0.0/24 2001:ACAD:1234:0:/64	80-443-20-21-53-69-123-67-68-556-547-1812-1813-444-5004-33434-33598	Permitir
VLAN11	any	172.20.1.0/24 2001:ACAD:1234:1:/64	80-443-20-21-53-69-123-67-68-556-547-1812-1813-444-5004-33434-33598	Permitir
VLAN12	any	172.20.2.0/24 2001:ACAD:1234:2:/64	80-443-20-21-53-69-123-67-68-556-547-1812-1813-444-5004-33434-33598	Permitir
VLAN13	any	172.20.3.0/24 2001:ACAD:1234:3:/64	80-443-20-21-53-69-123-67-68-556-547-1812-1813-444-5004-33434-33598	Permitir
VLAN2	any	172.20.4.0/24 2001:ACAD:1234:4:/64	80-443-20-21-53-69-123-67-68-556-547-1812-1813-444-5004-33434-33598	Permitir
VLAN3	any	172.20.5.0/24 2001:ACAD:1234:5:/64	80-443-20-21-53-69-123-67-68-556-547-1812-1813-444-5004-33434-33598	Permitir
VLAN4	any	172.20.6.0/24 2001:ACAD:1234:6:/64	80-443-20-21-53-69-123-67-68-556-547-1812-1813-444-5004-33434-33598	Permitir
VLAN5	any	172.20.7.0/24 2001:ACAD:1234:7:/64	80-443-20-21-53-69-123-67-68-556-547-1812-1813-444-5004-33434-33598	Permitir
VLAN6	any	172.20.8.0/24 2001:ACAD:1234:8:/64	any	Permitir
VLAN7	any	172.20.9.0/24 2001:ACAD:1234:9:/64	80-443-20-21-53-69-123-67-68-556-547-1812-1813-444-5004-33434-33598	Permitir
VLAN8	any	172.20.10.0/24 2001:ACAD:1234:a:/64	80-443-20-21-53-69-123-67-68-556-547-1812-1813-444-5004-33434-33598	Permitir
VLAN9	any	172.20.11.0/24 2001:ACAD:1234:b:/64	80-443-20-21-53-69-123-67-68-556-547-1812-1813-444-5004-33434-33598	Permitir
VLAN14	any	172.20.12.0/24 2001:ACAD:1234:c:/64	80-443-53-67-98-546-547-1812-1813-444	Permitir
VLAN15	any	172.20.13.0/24 2001:ACAD:1234:d:/64	5004-5060-5061-4569	Permitir

Lista de control de acceso de filtrado por puertos para VLANs. Elaborado por: Josue Campo

### 3.6 Dimensionamiento del Tráfico

Para realizar el estudio de análisis de tráfico dentro de la red de campus se va a tomar en cuenta la guía de velocidad de banda ancha de la Federal Communications Commission.

La ARCOTEL usa muchas aplicaciones, las mismas que pueden hacer que la red sufra una sobre carga de datos, por este motivo se realizó una guía de velocidad de banda ancha que compare las actividades típicas realizadas en internet con velocidad mínima de descarga.

En la Tabla 3.22 se muestran los mínimos de descarga para que las aplicaciones funcionen correctamente.

Tabla 3.22 Actividades típicas de internet

Aplicaciones	Velocidad minima Mbps
WEB	1
VoIP	0,5
BASE DE DATOS	10
FTP	10
VPN	5
IMPRESORAS	0,5
VIDEO CONF	1
MAIL	1
MENSAJERIA	1
MEDIOS SOCIALES	1

Aplicaciones usadas típicamente en internet con su velocidad de descarga. Fuente (Federal, 2019)

#### 3.6.1 Tráfico de Aplicaciones

El Edificio Olimpo de la ARCOTEL cumple sus funciones en un horario de 08h:15 hasta las 17h:00 por lo que se prevé que la red tendrá su máximo uso en este intervalo de tiempo, diariamente excepto sábados y domingos con sus excepciones. En total existen 187 puntos de conexión de los cuales se promedia que diariamente se conectan unos 130 host por sus puntos de trabajo y alrededor de 120 por medio de conexión inalámbrica. En la Ecuación 3.1 se calcula la velocidad efectiva que se maneja para correo electrónico en la institución, se considera un tamaño promedio para archivos que se envían es de 5Mbytes, también se estima que se revisa un promedio de 20 e-mail en una hora y que existe un 60% de simultaneidad entre usuarios.

$$V_c = \frac{TA}{correo} * \frac{8bits}{1byte} * \frac{numero\ correo}{1hora * 1usuario} * \frac{1hora}{3600s} * \# usuario$$

$$* porcentaje\ simultaneo$$

Ec. (3.1)

$$V_c = \frac{5000kbytes}{correo} * \frac{8bits}{1byte} * \frac{20correo}{1hora*1usuario} * \frac{1hora}{3600s} * 130usuarios * 60\% =$$

$$17333.3kbps$$

Trafico de correo prevista en 5 años con 5% de crecimiento anual

$$T_c = V_c + (V_c * 5años * 5\%) = 2166.625kbps$$

Ec. (3.2)

$$T_c = 17333.3 + (17333.3 * 5años * 5\%) = 2166.625kbps$$

En el caso de acceso a internet se considera que una página web tiene un peso de 100kbytes, además se estima un promedio de 20 páginas en una hora y que existen un 70% se simultaneidad entre usuarios.

$$V_w = \frac{100kbytes}{pagina} * \frac{8bits}{1byte} * \frac{20paginas}{1hora*1usuario} * \frac{1hora}{3600s} * 130usuarios * 70\% =$$

$$404.44kbps$$

Tráfico de acceso a internet previsto en 5 años con 5% de crecimiento anual

$$T_c = 404.44 + (404.44 * 5años * 5\%) = 505.55kbps$$

El tráfico de aplicaciones se considera 1000kbytes.

$$V_A = \frac{1000kbyte}{9horas} * \frac{8bits}{1byte} * \frac{1hora}{3600s} * 130usuarios = 288.88kbps$$

Tráfico de aplicaciones prevista en 5 años con 5% de crecimiento anual

$$T_A = 288.88 + (288.88 * 5años * 5\%) = 361.1kbps$$

Se estima que para Video Conferencia se realizan 30 llamadas por parte del personal del centro.

$$T_{VC} = \text{numero de llamadas} * \text{tamaño (Mbps)} \quad \text{Ec. (3.3)}$$

$$T_{VC} = 30 \text{ llamadas} * 1.5 \text{ Mbps} = 45 \text{ Mbps}$$

Tráfico de acceso a internet en 5 años con crecimiento anual del 5%

$$T_{VCP} = 45 \text{ Kbps} + (45 \text{ Kbps} * 5 * 0.05) = 56.25 \text{ Mbps}$$

A este valor se le añade 25% de sobrecarga.

$$T_{VCT} = 56.25 \text{ Kbps} + (56.25 \text{ Kbps} * 0.25) = 70.31 \text{ Mbps} \quad \text{Ec. (3.3)}$$

### 3.6.2 Ingeniería de Tráfico para Servicios de Telefonía IP

El tráfico correspondiente para la telefonía IP de la institución se calcula mediante la Ecuación 3.6. El máximo volumen de tráfico para las llamadas se encuentra en el horario 08h00 a 11h00 laboral de la entidad pública con un estimado de 100 llamadas en un tiempo promedio de duración de 2 minutos.

$$A_u = \# \text{ llamadas de usuario en un tiempo} * \text{promedio duracion de llamada} \quad \text{Ec. (3.4)}$$

$$A_u = 4 \frac{\text{llamadas}}{\text{hora}} * \frac{2 \text{ minutos}}{\text{llamada}} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}} = 0.13 \text{ Erlang}$$

El cálculo de volumen de tráfico se realiza con la siguiente Ecuación

$$A = A_u * \# \text{ usuarios} \quad \text{Ec. (3.5)}$$

$$A = 100 * 0.13 \text{ horas} = 13 \text{ Erlangs}$$

Para obtener el número de líneas troncales se va a considerar un 3% de probabilidad de bloque de llamadas por cada 100 llamadas intentadas. Da un número de 19 troncales.

Para realizar las estimaciones del ancho de voz se utilizó la herramienta Erlangs and VoIP Bandwidth Calculator con el algoritmo G.729<sup>a</sup>. La Figura 3.28 se representa los resultados online conseguidos.

Figura 3.28 Ancho de banda estimado

The screenshot shows a web-based calculator titled "Erlangs and VoIP Bandwidth Calculator". It has the following settings and results:

- Coding algorithm:** G.729A (CS-CELP) 8kbps compression
- Packet duration:** 20 milliseconds (2 samples)
- BHT (Erl.):** Unknown (radio button), 13.000 (text input)
- Blocking:** Unknown (radio button), 0.030 (text input)
- B/W (kbps):** Unknown (radio button), 456 (text input)
- Voice paths (read-only):** 19
- Buttons:** Calc., Results, Help

Ancho de Banda vital para llamadas VoIp para la Red de Campus. Fuente (Westbay, 2017)

### 3.6.3 Distribución de ancho de banda

Una conexión rápida se traduce a mayor productividad se recomienda para la institución un ancho de banda 100Mbps con un mínimo de 50Mbps para tener una buena experiencia. Por el momento la institución dispone de un ancho de banda de 65Mbps, cabe mencionar que en el Edificio Olimpo no existe una segmentación por departamentos del bandwidth, por el momento todos los recursos para la red son ocupados por toda la institución.

El software pfSense dispone de una opción de control de velocidad por IP o grupo de IP's, en este caso se debe crear un traffic shaper sin datos de source y destination para de esta manera limitar el ancho total de un grupo de red. La Tabla 3.23 enseña un ejemplo de una repartición de ancho de banda de grupos de IP mediante pfSense.

Tabla 3.23 Distribución de Ancho de Banda

Nombre	Values	Decription	Subida Mbps	Bajada Mbps	Protocol	Source
Grupo 1	172.20.0.0-172.20.0.254	Unidad de Atención al Consumidor de Servicios de Telecomunicaciones	5	10	TCP/UDP	Single host or alias
Grupo 2	172.20.1.0-172.20.1.254	Unidad de Comunicación Social	5	10	TCP/UDP	Single host or alias
Grupo 3	172.20.2.0-172.20.2.254	Dirección Financiera	5	10	TCP/UDP	Single host or alias
Grupo 4	172.20.3.0-172.20.3.254	Dirección Técnica de Control de Servicios de Telecomunicaciones	5	10	TCP/UDP	Single host or alias
Grupo 5	172.20.4.0-172.20.4.254	Dirección de Talento Humano	5	10	TCP/UDP	Single host or alias
Grupo 6	172.20.5.0-172.20.5.254	Dirección Administrativa	5	10	TCP/UDP	Single host or alias
Grupo 7	172.20.6.0-172.20.6.254	Dirección de Asesoría Jurídica y de Impugnación	5	10	TCP/UDP	Single host or alias
Grupo 8	172.20.7.0-172.20.7.254	Dirección Técnica de Control del Espectro Radioeléctrico	5	10	TCP/UDP	Single host or alias
Grupo 9	172.20.8.0-172.20.8.254	Dirección de Tecnologías de la Información y Comunicación	toda	toda	TCP/UDP	Single host or alias
Grupo 10	172.20.9.0-172.20.9.254	Dirección de Patrocinio y Coactivas	5	10	TCP/UDP	Single host or alias
Grupo 11	172.20.10.0-172.20.10.254	Dirección Técnica de Homologación de Equipos	5	10	TCP/UDP	Single host or alias
Grupo 12	172.20.11.0-172.20.11.254	Coordinación Técnica de Control	5	10	TCP/UDP	Single host or alias
Grupo 13	172.20.12.0-172.20.12.254	Inalámbricas	5	20	TCP/UDP	Single host or alias
Grupo 14	172.20.13.0-172.20.13.254	Telefonía	20	20	TCP/UDP	Single host or alias
Grupo 15	172.20.14.0-172.20.14.254	DMZ	toda	toda	TCP/UDP	Single host or alias
Grupo 16	172.20.15.0-172.20.15.254	Servidores INTRA-Admin	toda	toda	TCP/UDP	Single host or alias

Distribución porcentual del ancho de banda por IP. Elaborado por: Josue Campo

### 3.7 Calidad de servicio

La institución opera con varios servicios que requieren conectividad constante a internet, en ocasiones se genera congestión en la red, por esta razón se debe dar una solución de alivio de la red usando políticas de calidad de servicio priorizando ciertos servicios.

#### 3.7.1 QoS con DSCP

Existe un modelo que se conoce como servicios diferenciados que realiza los procesos a través de sistemas con prioridades relativas para el tráfico en base al campo tipo de servicio (ToS). Este reemplaza especificaciones originales para las prioridades de

paquetes aumentando el número de niveles de prioridad reasignando los bits dentro del paquete IP, en la Tabla 3.24 se puede observar el PHB con un ancho de banda determinado en clases. Fuente (CISCO, Implementando Políticas de Calidad de Servicio con DSCP, 2008)

Tabla 3.24 Reenvío asegurado

Descenso	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4
Bajo	001010 AF11 DSCP 10	010010 AF21 DSCP 18	011010 AF31 DSCP 26	100010 AF41 DSCP 34
Medio	001100 AF12 DSCP 12	010100 AF 22 DSCP 20	011100 AF32 DSCP 28	100100 AF42 DSCP 36
Alto	001110 AF13 DSCP 14	010110 AF23 DSCP 22	011110 AF33 DSCP 30	100110 AF43 DSCP 38

Codificación DSCP para especificar la clase AF con la probabilidad. Fuente (CISCO, Implementando Políticas de Calidad de Servicio con DSCP, 2008)

La Tabla 3.25 muestra las aplicaciones necesarias para cada piso con su respectivo ancho de banda.

Tabla 3.25 División de aplicaciones

#	Aplicaciones	Ancho de banda/Mbps	Piso PB	Piso MZ	Piso CS	Piso 1	Piso 2	Piso 3	Piso 4	Piso 5	Piso 6	Piso 7	Piso 8	Piso 9
1	WEB	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	VoIP	0,5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3	BASE DE DATOS	10									X			
4	FTP	10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5	VPN	5									X			
6	IMPRESORAS	0,5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
7	VIDEO CONF	1					X		X		X		X	
8	MAIL	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
9	MENSAJERIA	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
10	MEDIOS SOCIALES	1									X			

División de aplicaciones necesarias para cada piso. Elaborado Josue Campo

Para realizar la configuración del QoS dentro de OPNET se va a utilizar los datos de la Tabla 3.26.



Tabla 3.26 QoS para cada aplicación

Clases	Descripción	PHB	DSCP	Probabilidad
	Telefonía	EF	8	
<b>4</b>				
	Video conferencia	AF41	34	low
		AF42	36	medium
		AF43	38	high
<b>3</b>				
	Datos	AF31	26	low
	Vtp	AF32	28	medium
		AF33	30	high
<b>2</b>				
	Web, Base Datos	AF21	18	low
	vpn	AF22	20	medium
		AF23	22	high
<b>1</b>				
	Mail, ftp	AF11	10	low
	Impresoras	AF12	12	medium
		AF13	14	high

Tabla de datos para la configuración QoS para cada aplicación Elaborado por: Josue Campo

### 3.7.2 Filtrado de Contenido

La administración de restricciones de proxy y filtro de contenido es una de las opciones que tiene el software pfSense. Para la institución se debe de aplicar el bloqueo de contenido y la visualización de aplicaciones de sitios de internet, ya que su contenido no aporta como herramientas de apoyo en el ámbito laboral. Por tales motivos se realiza un filtrado usando listas blancas y listas negras, en la Tabla 3.27 se observa un ejemplo de las aplicaciones que se debe denegar.

Tabla 3.27 Filtrado de contenido

Traget Categories	Acces	Time	Off time
<b>Contenido Multimedia</b>	denny	24/7	13h00-12h00
<b>blk_BI_anonvpn</b>	denny	24/7	-
<b>blk_BL_chat</b>	denny	24/7	13h00-12h00
<b>blk BL_downloads</b>	denny	24/7	-
<b>blk BL_adv</b>	denny	24/7	-
<b>blk BL_aggressive</b>	denny	24/7	-
<b>blk BL_dating</b>	denny	24/7	-
<b>blk BL_drugs</b>	denny	24/7	-
<b>blk BL_gamble</b>	denny	24/7	-
<b>blk BL_hacking</b>	denny	24/7	-
<b>blk BL_movies</b>	denny	24/7	13h00-12h00
<b>blk BL_music</b>	denny	24/7	13h00-12h00
<b>blk BL_podcast</b>	denny	24/7	-
<b>blk BL_porn</b>	denny	24/7	-
<b>blk BL_radiotv</b>	denny	24/7	-
<b>blk BL_ringtones</b>	denny	24/7	-
<b>blk BL_webradio</b>	denny	24/7	-
<b>blk BL_socialnet</b>	denny	24/7	13h00-12h00

Administración de restricciones de proxy dentro de pfSense: Elaborado por: Josue Campo

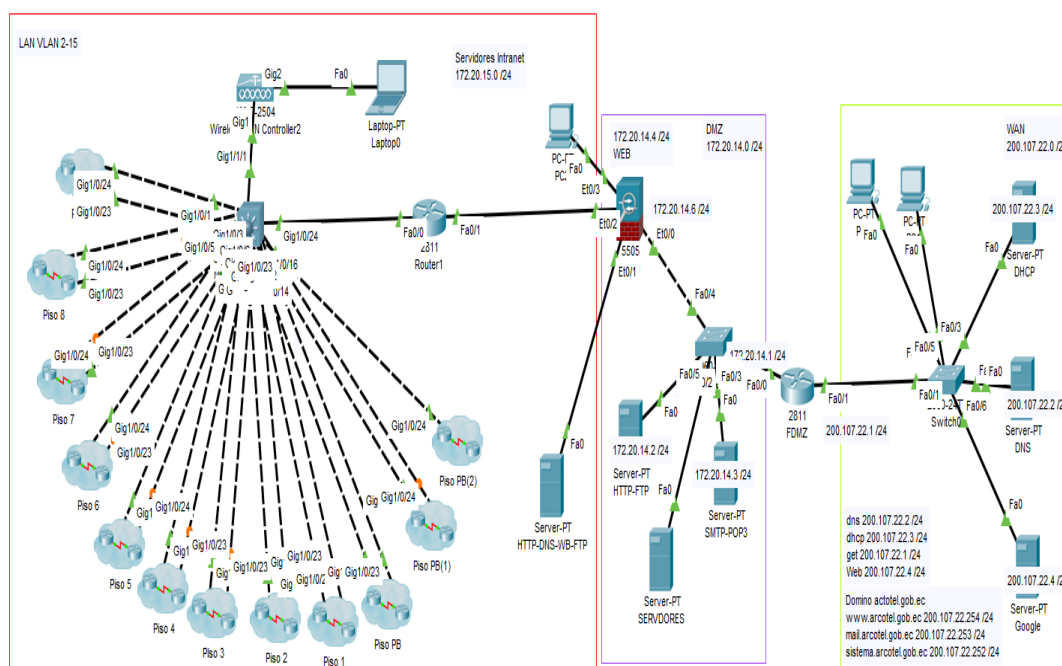
## CAPÍTULO 4

### SIMULACIÓN DE LA RED PROPUESTA

#### 4.1 Simulación en Software Packet Tracer 7.2.1

La Figura 4.1 muestra la topología realizada en el software de simulación Packet Tracer versión 7.2.1. Este software nos concede tener una perspectiva mucho más clara de cómo se comportan los dispositivos en una red, además del estado de conexión y el lugar de los dispositivos.

Figura 4.1 Topología Simulada

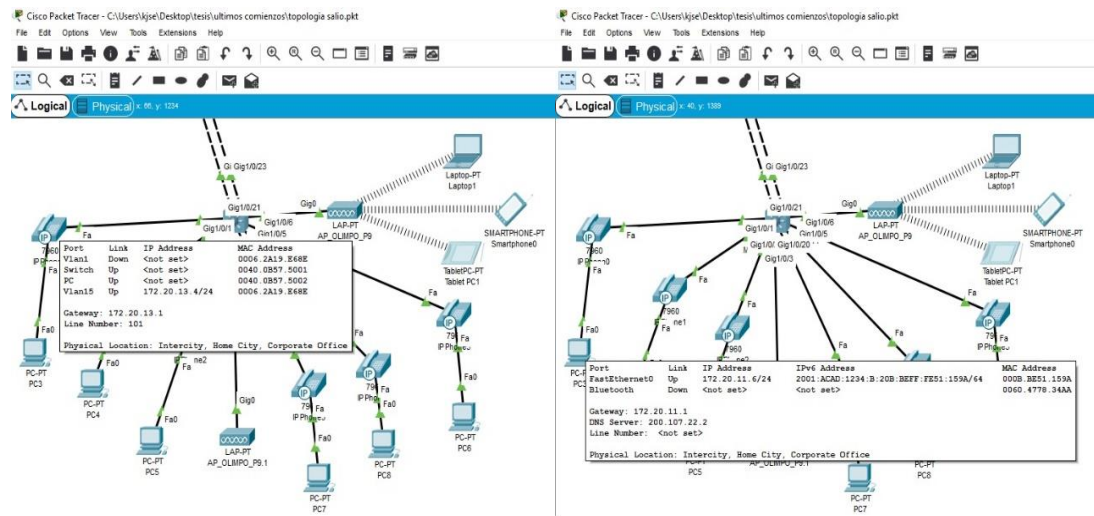


Simulación de la conectividad de la institución. Elaborado Josue Campo

Para observar las configuraciones dentro de cada equipo ver Anexo 21.

La Figura 4.2 muestra el estado de conectividad en los equipos finales en el piso 9.

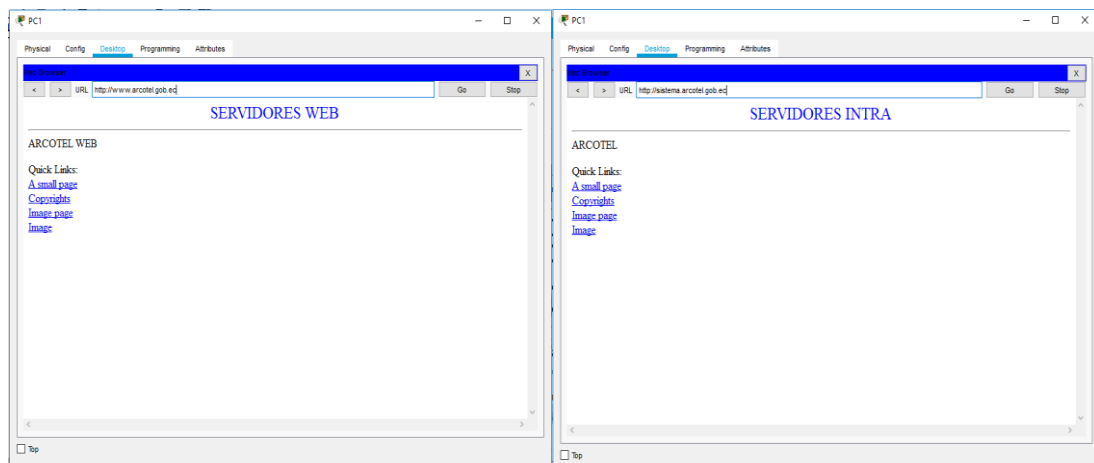
Figura 4.2 Estado de conexión



Simulación de la conectividad de la red en el piso 9. Elaborado por: Josue Campo

La Figura 4.3 muestra la conectividad de un equipo en la WAN conectándose al servidor HTTP con el dominio arcotel.gob.ec y al dominio sistemas.arcotel.gob.ec que va a ser un servidor dentro de la LAN.

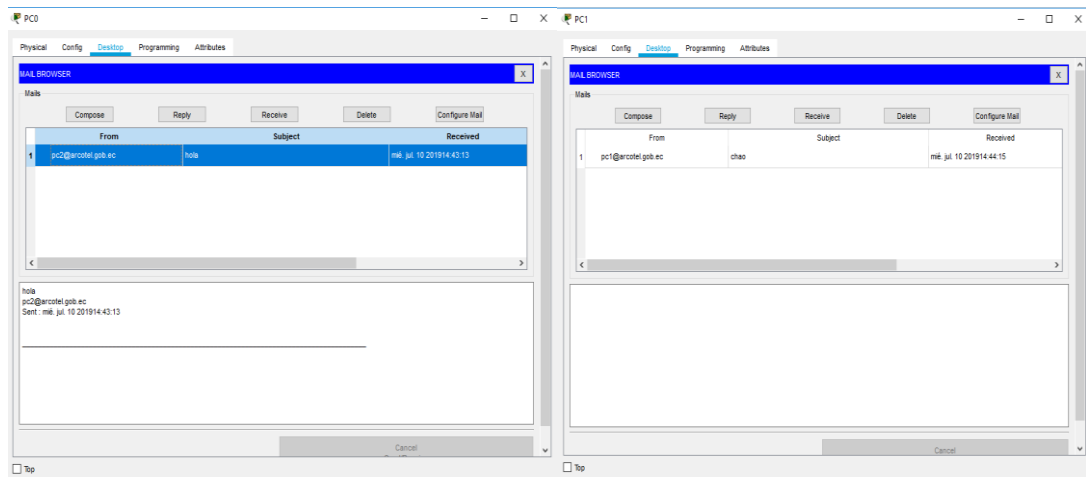
Figura 4.3 Conexión a servidor HTTP



Conexión al dominio arcotel.gob.ec y sistema.arcotel.gob.ec desde un equipo ubicado en la WAN. Elaborado por: Josue Campo

La Figura 4.4 muestra la funcionalidad del servidor correo que se encuentra dentro de la DMZ, enviando un mensaje desde una PC que se encuentra en la WAN hacia una PC dentro de la LAN.

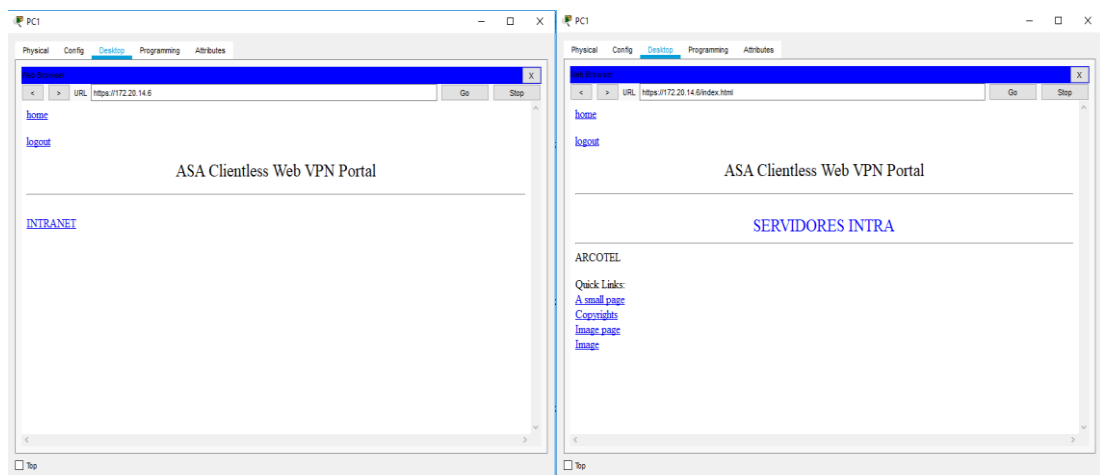
Figura 4.4 Conexión Servidor Mail



Funcionamiento de servidor mail que se encuentra en la DMZ. Elaborado por: Josue Campo

En la Figura 4.5 se muestra la conexión remota de un usuario que se encuentra en la WAN.

Figura 4.5 Conexión VPN

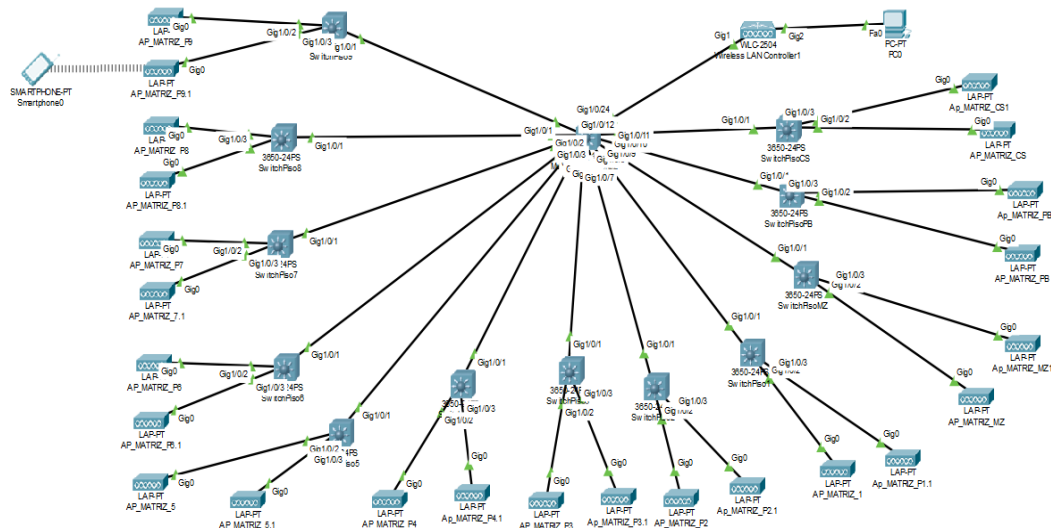


Funcionamiento de servidor VPN. Elaborado por: Josue Campo

### 4.1.1 Simulación de la WLAN

Se incorpora un WCL Cisco 5500 para la configuración centralizada de los Access Point. En este equipo se tiene que configurar las IP de cada AP los SSID, los grupos de las áreas de trabajo, el rango de direcciones y la seguridad.

Figura 4.6 Topología de la WLAN del campus Matriz



Simulación de la configuración de todos los SSID de la WLAN. Elaborado por: Josue Campo

En la Figura 4.7 se puede observar todas las SSID que se crearon dentro el WCL cisco.

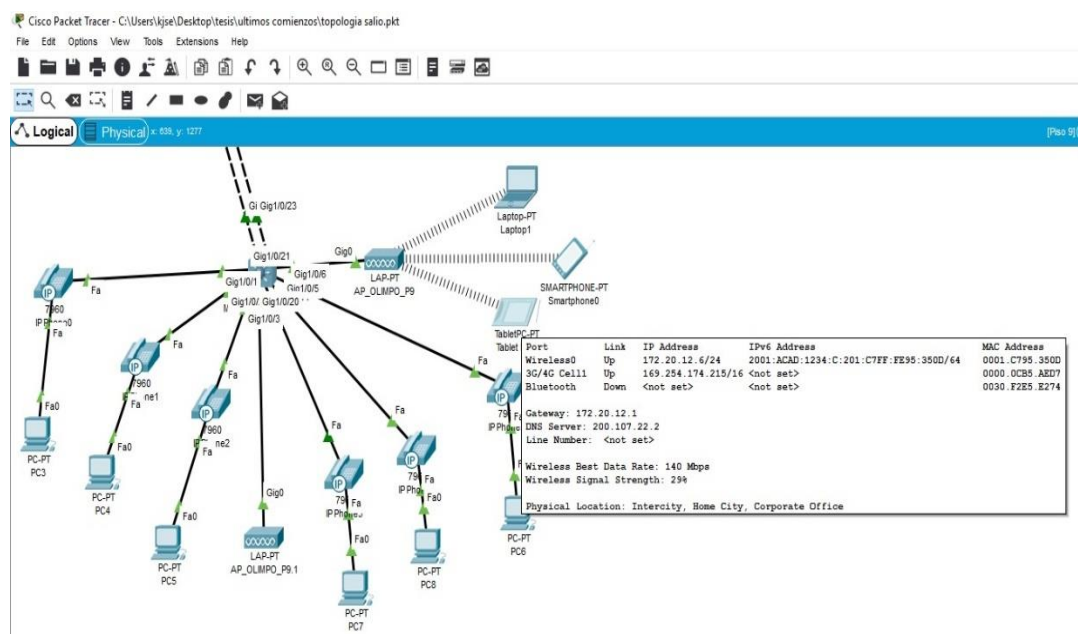
Figura 4.7 SSID WLAN del campus Matriz

WLAN ID	Type	Profile Name	WLAN SSID	Admin Status	Security Policies
1	WLAN	AP_MATRIZ_P9	Coordin_Téc_de_Contr	Enabled	[WPA2][Auth(PSK)]
2	WLAN	AP_MATRIZ_P8	Técnic_de_Homologa_de_Equipo	Enabled	[WPA2][Auth(PSK)]
3	WLAN	AP_MATRIZ_P7	Direcon_Patrocinio_y_Coadi	Enabled	[WPA2][Auth(PSK)]
4	WLAN	AP_MATRIZ_P6	Tecno_de_Infor_y_Comun	Enabled	[WPA2][Auth(PSK)]
5	WLAN	AP_MATRIZ_P5	Espectro_Radioeléctrico	Enabled	[WPA2][Auth(PSK)]
6	WLAN	AP_MATRIZ_P4	Dirección_de_Aseso_Juri_y_Impu	Enabled	[WPA2][Auth(PSK)]
7	WLAN	AP_MATRIZ_P3	Dirección_Administrativa	Enabled	[WPA2][Auth(PSK)]
8	WLAN	AP_MATRIZ_P2	Dirección_de_Talento_Humano	Enabled	[WPA2][Auth(PSK)]
9	WLAN	AP_MATRIZ_P1	Dire_Teón_Cont_Serv_Tel	Enabled	[WPA2][Auth(PSK)]
10	WLAN	AP_MATRIZ_MZ	Dirección_Financiera	Enabled	[WPA2][Auth(PSK)]
11	WLAN	AP_MATRIZ_P8	Unidad_Atención_Consumidor	Enabled	[WPA2][Auth(PSK)]
12	WLAN	AP_MATRIZ_CS	Unid_Comuni_Social	Enabled	[WPA2][Auth(PSK)]

Simulación de la configuración de todos los SSID de la WLAN. Elaborado por: Josue Campo

La Figura 4.8 muestra la conectividad de los equipos inalámbricos a uno de los dos AP que se encuentra en el piso 9.

Figura 4.8 Conexión equipo inalámbrico



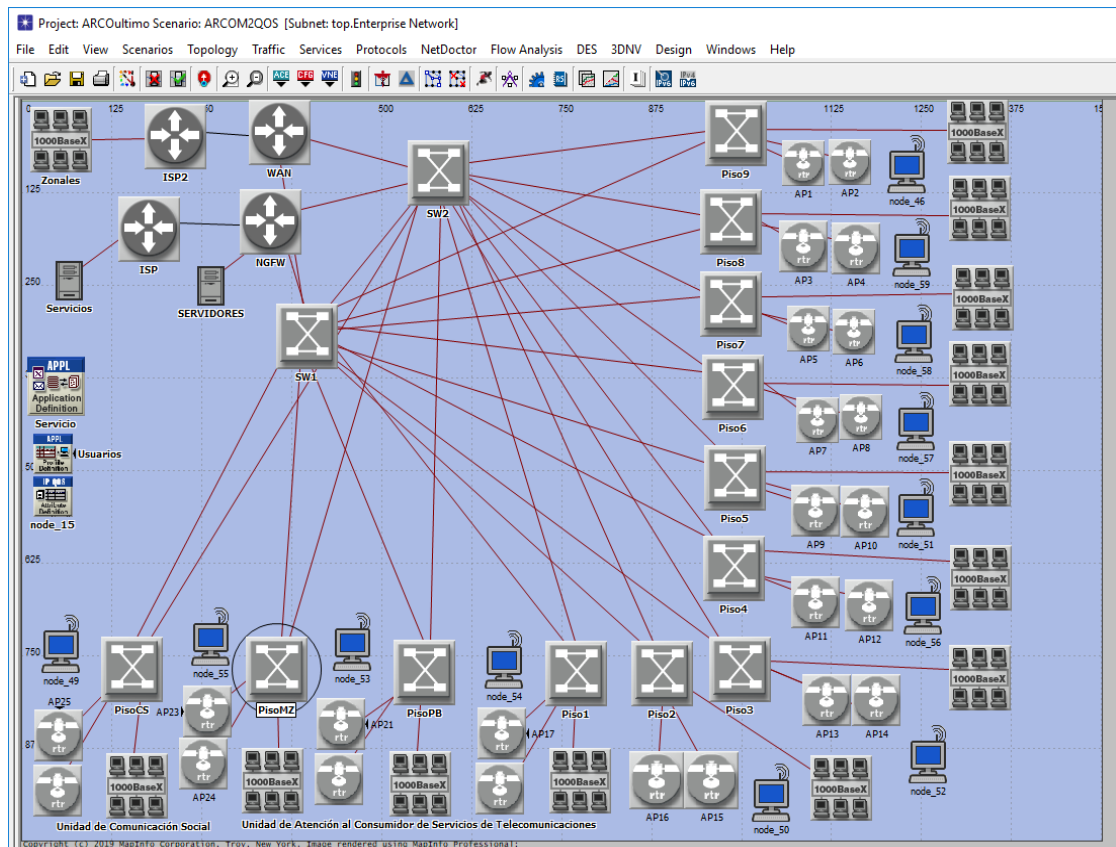
Prueba de conexión en el AP del noveno piso. Elaborado por: Josue Campo

## 4.2 Desempeño de la Red mediante el Software OPNET Modeler 14.5.

Con la finalidad de saber si la red diseñada para la ARCOTEL funciona como se requiere, se realizó una simulación en el software Opnet Modeler con todas las exigencias de calidad de servicio.

La Figura 4.9 muestra el diseño de la topología de la nueva red, dentro de los equipos se realizó todas las configuraciones de los servicios que se van a brindar a la red tales como WEB, VoIP, MAIL, Base de datos, Impresoras, VTP, FTP. Todas estas características serán configuradas con los datos de las tablas de calidad de servicio ver Anexo 25.

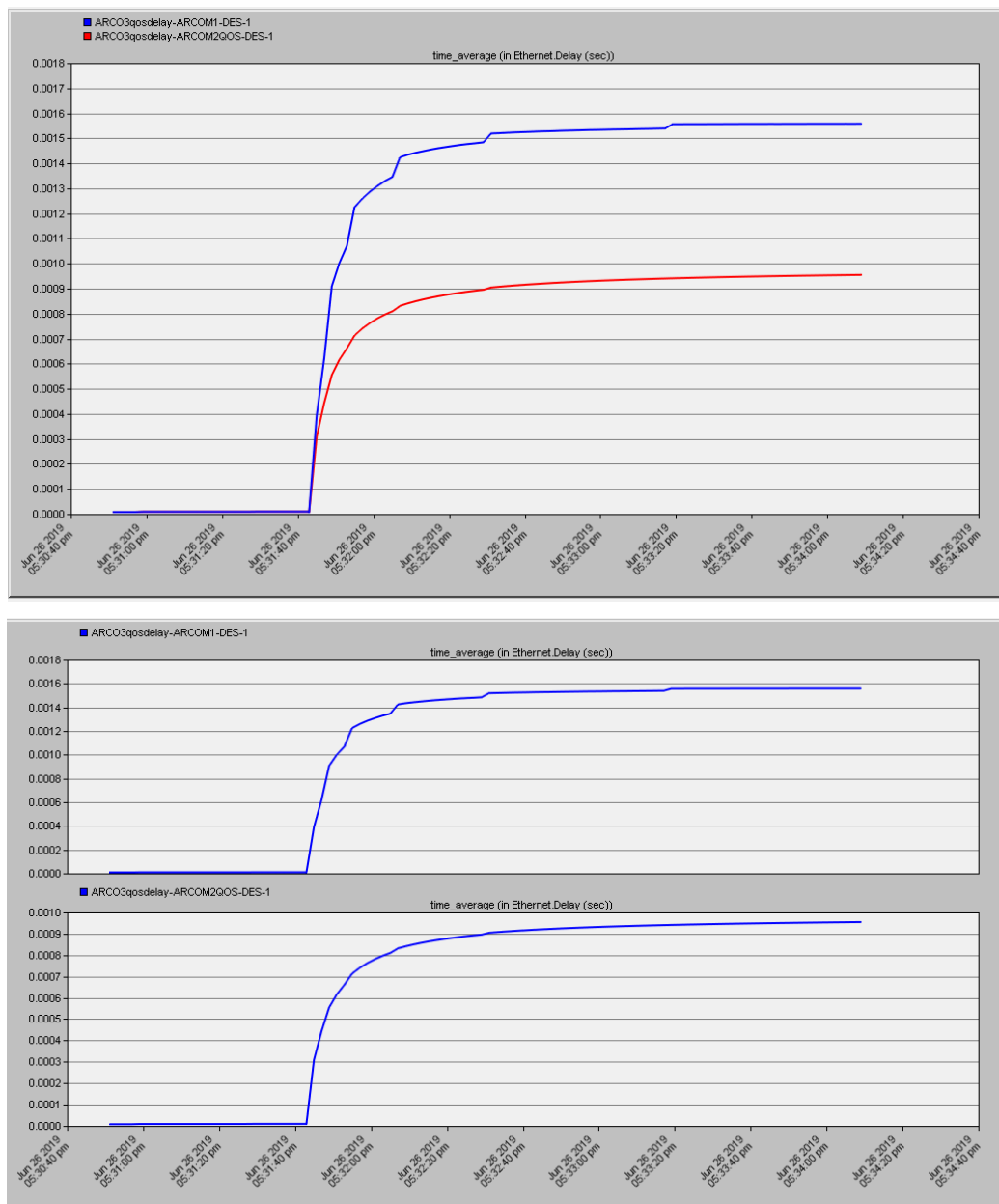
Figura 4.9 Topología realizada en software OPNET



Acomodo de dispositivos de la red diseñada para el ARCOTEL (configuración de los equipos en Anexo 22). Elaborado por: Josue Campo

Una vez realizada la simulación de toda la institución el software realiza la comparación entre la topología existente en ARCOTEL y la nueva topología propuesta en este documento. El software OPNET posee la posibilidad de simular varias graficas permitiendo distinguir de forma más general si existe o no mejora en la red.

Figura 4.10 Comparación del Delay red propuesta

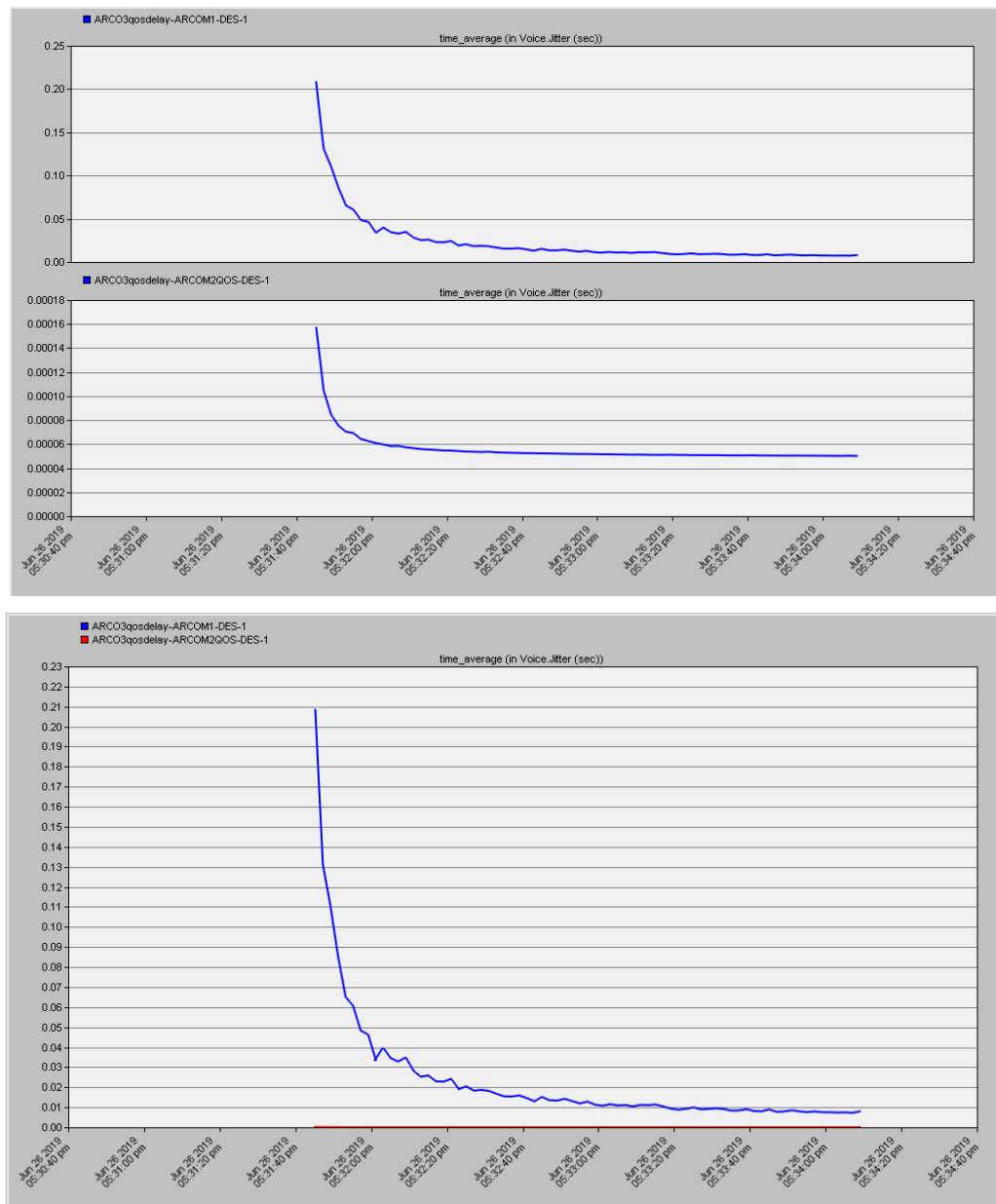


Comparación del Delay entre la red existente y el diseño propuesto. Elaborado Josue Campo

El retardo de la red puede ser observada en la Figura 4.10. La línea roja representa el retardo de la red propuesta, donde existe una gran disminución en el retardo con un decremento de los 0.0016 segundos hasta los 0.0010 segundos. Esto hace que la red de VoIP tenga una buena comunicación, en VoIP mientras menor sea al retardo mejor será la calidad de la comunicación. En este caso se podría decir que el nuevo diseño hace que la comunicación de VoIP funcione como lo previsto.



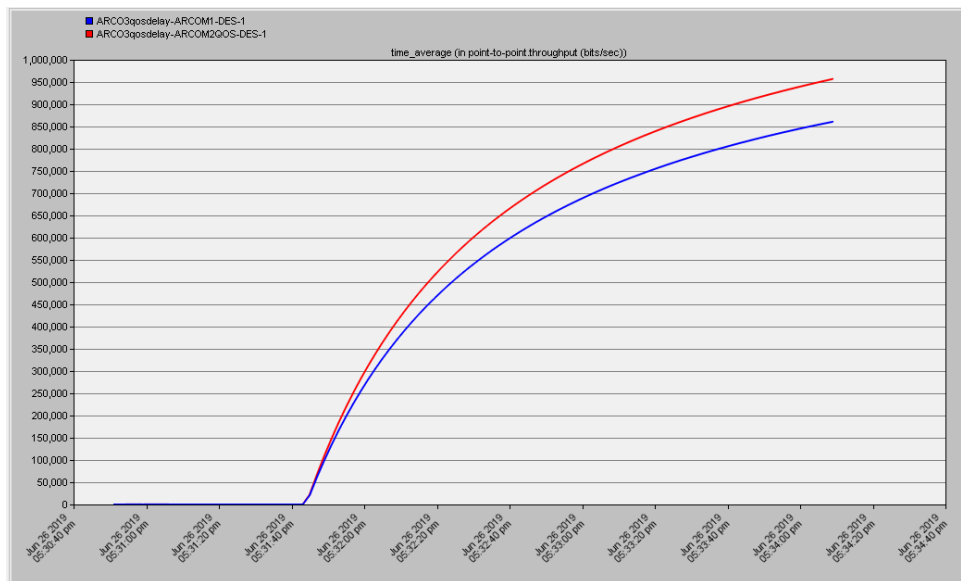
Figura 4.11 Comparación del Jitter



Comparación del Jitter entre la red existente y el diseño propuesto. Elaborado Josue Campo

En el caso del Jitter se puede observar en la Figura 4.11 que la red propuesta mejora mucho tiene un tiempo de 0.00005 segundos al contrario que la red existente tiene un tiempo de 0.01 segundos, esto indica que la congestión en la red es mínima, la sincronización no se pierde fácilmente y la pérdida de paquetes es mínima. Es comparación con la gráfica 4.6 se puede diferenciar una mejora significativa.

Figura 4.12 Comparación del Troughput



Comparación del Troughput entre la red existente y el diseño. Elaborado Josue Campo

En la Figura 4.12 se puede observar la tasa promedio sobre el canal de comunicación, en esta grafica la línea azul pertenece a la topología existente en el edificio olimpo y alcanza una tasa de trasferencia de 850.000 (bits/sec). Mientras que la tasa de trasferencia de la red propuesta es de un máximo de 960.000 (bits/sec), comparando estos dos valores se puede decir que el troughput mejora notablemente, la diferencia entre las dos tasas de trasferencia ubica al diseño propuesto como el mejor para la trasferencia de paquetes.

### 4.3 Análisis de costos

A continuación, se analiza que tan factible es realiza el proyecto propuesto y el costo de inversión, con este estudio se podrá conocer si el proyecto es viable.

#### 4.3.1 Costos de equipos e implementación

De acuerdo con el diseño de la red del ARCOTEL, se llega a estimar que el proyecto tiene un costo total de. Este valor conforma los equipos, el material de implementación y otros. En la Tabla 4.1 se detalla los valores de lo requerido para la implementación de este proyecto.

Tabla 4.1 Costos de equipos e implementación

N	Descripción	Cantidad	V/Unitario(USD)	V/Total(USD)
1	Cisco Catalyst 9500-40xE	2	8744,00	17488
2	Cisco 9300	12	3642,00	43704,00
3	Cisco Aironet serie 4800	24	555,50	13332,00
4	Cisco UCS c220 M4 1TB/16Gb	1	1096,50	1096,50
5	Cisco 4221	1	1571,43	1571,43
6	Cisco 921-4P	1	845,00	845,00
7	Cable UTP Cat6A	2	158,50	317,00
8	Tenicos	2	600,00	1200,00
9	Diseño	1	1000,00	1000,00
10	<b>Total</b>	<b>46</b>	<b>18212,93</b>	<b>80553,93</b>

Descripción de los costos de equipos e implementación para el ARCOTEL. Elaborado por Josue Campo

### 4.3.2 Estudio de Ingresos en la institución

Los ingresos para la institución ARCOTEL serán analizados y relacionados estrictamente a todo lo que conlleva a los ahorros y beneficios de la Empresa que serán generados por medio de la implementación de esta propuesta de diseño.

#### 4.3.2.1 Beneficios Indirectos y Directos

Entre los beneficios del Edificio Olimpo se va a tener una facilidad de manteniendo, una mejora en la escalabilidad, mayor rendimiento, mejor redundancia y facilidad de administración, esto representa un gran ahorro de recursos de la Dirección de Tecnologías de la Información y Comunicaciones, quienes son encargados de la data center. El aumento de equipos inalámbricos dará la oportunidad que los usuarios finales puedan realizar cualquier trámite desde sus dispositivos móviles.

En cuanto a red de perímetro empresarial entre los beneficios directos, están un ahorro en el pago de la licencia con un valor de \$7.632.246,00 del firewall palo alto, también la reducción de equipos en la red frontera, lo que significa un ahorro de potencia energética y facilita el trabajo de los administradores ahorrándoles horas de trabajo. Además, el Open Source licenciado que se eligió tiene la opción de manejar la calidad de servicio dando una mejor experiencia a los usuarios finales mejorando la velocidad de conexión. Cabe recalcar que el servicio de acceso remoto representa un ahorro de tiempo representativo para los administradores.

#### 4.3.2.2 Gastos operativos

Los gastos que tienen la institución por el correcto procedimiento para la Red de Campus como del perímetro empresarial, son los costos de contratación de proveedores de Internet.

#### 4.3.3 Análisis del Costos

Según los informes financieros de la ARCOTEL publicados en diciembre del 2018, el presupuestó codificado de la ARCOTEL según informe es de USD 16.524.914,19. Alcanzando una ejecución del 98.60% es decir USD 16.294.187,25. Vale mencionar que la totalidad de presupuesto de la ARCOTEL corresponde a gasto corriente debido a que la entidad no cuenta en su presupuesto con recurso de inversión, por lo que en 2018 no tiene proyecto para priorizar en el plan anual de inversión del siguiente año. En el Anexo 26 se puede observar los rubros de recaudación y los gastos de la institución. La Tabla 4.2 muestra los valores para los análisis.

Tabla 4.2 Flujo neto

Flujo Neto				
Años	Inversión	Ingresos	Egresos	VAN
0	-80553,93	0	0	-80553,93
1		267276013,6	19114137,37	\$240.032.342,69
2		287276013,6	20114137,37	\$257.993.725,72
3		297276013,6	21114137,37	\$266.974.417,23

Flujo neto de la institución en 3 años posteriores. Elaborado por: Josue Campo

Para obtener el costo beneficio del proyecto se utilizará la ecuación 4.1 y 4.2 con el índice de rentabilidad acordado por el BCE con interés anual de 9.33% de valor neto sujeto para el sector público ver Anexo 27.

$$\frac{C}{B} = \frac{\text{Beneficio}}{\text{Inversión}} \quad \text{Ec. (4.1)}$$

$$B = \sum_{i=1}^n \frac{\text{flujo}}{(1+\text{interés})^i} \quad \text{Ec. (4.2)}$$

Tabla 4.3 Cálculo de Beneficio Costo

<b>Cálculo Costo Beneficio</b>	
<b>Suma Ingreso</b>	\$687.050.945,33
<b>Suma Egreso</b>	\$48.681.787,94
<b>Consto-Inversión</b>	\$48.762.341,87
<b>B/C</b>	14,08978566

Cálculo del costo beneficio del proyecto para la institución de la ARCOTEL. Elaborado por: Josue Campo

Como resultado se obtuvo un valor de costo beneficio de 14.098, como el valor de beneficio costo es mayor a uno el proyecto es viable.

## CONCLUSIONES

En el caso del levantamiento de la línea base de institución es de gran ayuda ya que nos permitió, de forma técnica, demostrar cuáles son las dificultades que existen en este momento en la red LAN y WAN. El 80% de los equipos que se localizan en el Data Center del Edificio Olimpo se encuentran obsoletos. La segmentación de la red no es la adecuada para el número de usuarios que hoy trabajan en la institución. El limitante de un Access Point cada dos pisos dan un gran déficit de cobertura; además la pérdida de paquetes, retardos en la conexión, tiempo de respuesta y otras complicaciones, justifican de gran manera el diseño de una nueva red.

El planteo de la red para la institución usando el modelo Arquitectura empresarial Cisco, asegura que la red sea escalable, el uso de Switch de distribución Cisco Catalyst 9600 aseguran la conectividad entre las distintas zonales de la institución, además el modularidad del diseño facilita el mantenimiento y una fácil administración. También el uso del Software pfSense permitió reducir el número de equipos activos y facilito con el uso de varias de sus funcionalidades de calidad de servicio, de seguridad, de Acceso remoto, de filtrado de contenido y de segmentación de ancho de banda. De este modo se mejora la productividad de los usuarios finales y asegurando que los administradores de la red tengan un mayor control de la conectividad mejorando tiempos de respuesta a tokens.

Mediante la simulación que se realizado en OpNet se determinó que el diseño de Campus y la red Empresarial propuesta tiene una mejora logrando reducir el retardo de 0.0016 segundos a 0.0010 segundos, del mismo modo el Jitter tiene valores de reducción de 0.01 segundos a 0.001 segundos, por otro lado, se logró incrementar el Troughput de la red existe de una tasa de trasferencia de 850.000 (bits/sec) a 960.000 (bits/sec). Esto hace que el descarte de paquetes se reduzca considerablemente en un 90%. En cuanto a la simulación en Packet Tracer, se determina que la conectividad es exitosa, el escenario propuesto converge en todos sus componentes.

En el análisis de costo beneficio se determinó que el diseño de la red propuesta es económicamente viable con un valor de costo beneficio de 14.098. Esto significa que por cada dólar que se invierte en el proyecto se va a recuperar una ganancia de USD 13,08 demostrando una recuperación de inversión en corto plazo.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda realizar los estudios correspondientes para migrar toda la red de IPv4 a IPv6, de tal modo que se pueda utilizar todos los beneficios que otorga usar el protocolo de conectividad de extremo a extremo IPv6.

Las características de los servicios de comunicación dependen de que el flujo de energía eléctrico sea constante sin interrupciones, por lo que se recomienda realizar el estudio que garantice el flujo de energía para los equipos de servicio de red y todos sus componentes.

Se debe tomar en cuenta que con el avance de la tecnología es de suma importancia, almacenar la información de la institución de manera segura es una prioridad, por lo que se sugiere buscar una alternativa que permita que estos datos estén seguros y siempre disponible. Para un futuro se aconseja migrar a la nube los servidores de almacenamiento de la institución.

En el diseño de la red de campus se recomienda usar el mismo cableado estructurado horizontal como de backbone, más bien se recomienda ubicar los cables en sus respectivas interfaces de dispositivos de acceso ya que en algunos casos las etiquetas no eran las mismas.

En el estudio se recomienda ubicar dos equipos de acceso inalámbrico por piso o dirección, en caso de no seguir la recomendación se sugiere crear un portal cautivo con el fin de asegurar la conexión con un control el acceso a la red y reubicar los equipos en unas áreas estratégicas que permita la mayor conectividad de los usuarios.

## BIBLIOGRAFÍA

- Armijos, F. (13 de Septiembre de 2016). *Tech Club*. Obtenido de <https://techclub.tajamar.es/arquitectura-empresarial-cisco/>
- Arrango , R. (24 de enero de 2019). *configura mikrotik wireless*. Obtenido de <https://configurarmikrotikwireless.com/blog/que-es-openvpn-y-para-que-sirve-descubrelo-aqui.html>
- Cabello, C. (11 de Septiembre de 2015). *noboot*. Obtenido de <https://www.nobbot.com/tecnologia/mi-conexion/que-es-el-qos-y-por-que-es-importante-para-tu-red-local/>
- Callisaya, E. (21 de Octubre de 2014). *Academia*. Obtenido de [https://www.academia.edu/8893403/METODOLOGIAS\\_PARA\\_EL\\_DISE%C3%91O\\_DE\\_REDES\\_Contentido](https://www.academia.edu/8893403/METODOLOGIAS_PARA_EL_DISE%C3%91O_DE_REDES_Contentido)
- CISCO. (15 de 2 de 2008). *Implementando Políticas de Calidad de Servicio con DSCP*. Obtenido de <https://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/quality-of-service-qos/qos-packet-marking/10103-dscpvalues.html>
- Cisco. (Abril de 2014). *Campus Wired LAN*.
- CISCO. (2014). *CoS and VLAN Trunking 802.1Q and ISL*. Obtenido de <https://community.cisco.com/t5/other-network-architecture/cos-and-vlan-trunking-802-1q-and-isl/td-p/578519>
- Cisco. (2014). *Descripción general del diseño de redes jerárquicas*. Obtenido de <http://www.itesa.edu.mx/netacad/networks/course/module1/1.1.2.5/1.1.2.5.html>
- Cisco. (2018). *Campus LAN Design Guide*.
- Cisco, C. (8 de Octubre de 2009). *Wireless LAN Controller (WLC) FAQ*. Obtenido de <https://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/wireless/4400-series-wireless-lan-controllers/69561-wlc-faq.html>
- Federal, C. C. (6 de Febrero de 2019). *Guía de Velocidades de Banda Ancha*. Obtenido de <https://www.fcc.gov/consumers/guides/guia-de-velocidades-de-banda-ancha>
- IBM. (2015). *IBM Knowledge Center*. Obtenido de [https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/ssw\\_aix\\_71/network/adapters\\_vlan.html?origURL=ssw\\_aix\\_71/com.ibm.aix.networkcomm/adapters\\_vlan.htm](https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/ssw_aix_71/network/adapters_vlan.html?origURL=ssw_aix_71/com.ibm.aix.networkcomm/adapters_vlan.htm)
- Martínez, E. (21 de July de 2007). *Eveliux*. Obtenido de Direccionamiento IPv4: <http://eveliux.com/mx/curso/direccionamiento-ipv4.html>
- Martinez, T. (17 de 11 de 2013). *Telequismo*. Obtenido de Diseño de redes wifi de interior: <http://www.telequismo.com/2013/11/disenio-wifi.html/>



- Peres, J., & Gardey, A. (2014). *Definicion.de*. Obtenido de <https://definicion.de/cableadoestructurado/>
- Rouse, M. (noviembre de 2012). *TeachTarget*. Obtenido de <https://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/LAN-inalambrica-WLAN-o-Wireless-Local-Area-Network>
- Salazar, G. (30 de 9 de 2016). *Fundamentos de QoS - Calidad de Servicio en Capa 2 y Capa 3*. Obtenido de <https://community.cisco.com/t5/blogs-routing-y-switching/fundamentos-de-qos-calidad-de-servicio-en-capa-2-y-capa-3/bap/3103715>
- Walton, A. (2019). *Arquitectura de Red Empresarial Cisco*. Obtenido de CCNA desde Cero: <https://ccnadesdecero.es/arquitectura-red-empresarial-cisco/>
- Westbay, E. (17 de junio de 2017). *Westbay Engineers*. Obtenido de <https://www.erlang.com/calculator/eipb/>

## ANEXOS

### Anexo 1: Número de usuarios y terminales de datos para el Edificio Olimpo

Piso	Áreas	Host	Terminal de Datos	Techo
PB	Unidad de Atención al Consumidor de Servicios de Telecomunicaciones	8	12	-
CC	Unidad de Comunicación Social	4	8	-
MZ	Dirección Financiera	8	12	-
1	Dirección Técnica de Control de Servicios de Telecomunicaciones	11	15	-
2	Dirección de Talento Humano	14	16	-
3	Dirección Administrativa	13	15	-
4	Dirección de Asesoría Jurídica y de Impugnación	12	15	-
5	Dirección Técnica de Control del Espectro Radioeléctrico	13	15	-
6	Dirección de Tecnologías de la Información y Comunicación	15	22	-
7	Dirección de Patrocinio y Coactivas	12	16	-
8	Dirección Técnica de Homologación de Equipos	8	16	-
9	Coordinación Técnica de Control	6	15	-

Elaborado por: Josue Campo

### Anexo 2: Información Rack EMC2 Data Domain

Equipo	1. EMC2 DATA DOMAIN		
UCS C240M3	S/N: FCM1724V1HK	STATUS ON	DATASHEET
	P/N: UCSC-C240-M35	ALARM (no)	Last Date of Support: December 31, 2021
	REV V02	24 DIMM slots	End-of-Sale: December 31, 2016
CATALYST 4500-X	S/N:	STATUS ON	DATASHEET
	P/N:	ALARM (si)	Last Date of Support: May 31, 2023
	REV		End-of-Sale: May 2, 2018
3U DAE 2TB (1)	S/N: AC7B71302077505	STATUS ON	DATASHEET
	P/N: 071-000-553	ALARM (no)	Last Date of Support: June 30, 2022
	REV A07	15 slots	End-of-Sale: June 7, 2017
EMC DD670	S/N: 3F20525065	STATUS ON	DATASHEET
	P/N:	ALARM (no)	Last Date of Support: March 31, 2019
	REV	12 slots	End-of-Sale: July 15, 2010
3U DAE 2TB (2)	S/N: AC7B7130900603	STATUS ON	DATASHEET
	P/N: 071-000-553	ALARM (no)	Last Date of Support: June 30, 2022
	REV A07	15 slots	End-of-Sale: June 7, 2017
3U DAE 2TB (3)	S/N: AC794125207613	STATUS ON	DATASHEET
	P/N: 071-000-518	ALARMAS (no)	Last Date of Support: June 30, 2022
	REV A10	15 slots	End-of-Sale: June 7, 2017

Elaborado por: Josue Campo

## Anexo 3: Información Rack EMC<sup>2</sup> VNX series

Equipo	2. EMC <sup>2</sup> VNX series		
	S/N: AC794121412926	STATUS ON	DATASHEET
3U DAE 2TB	P/N: 071-000-518	ALARMA (NO)	Last Date of Support: August 31, 2021
	REV A10	15 SLOTS (7 USED)	End-of-Sale Date: August 15, 2016
Data Mover Enclosure PS A CPU	S/N: ASTAC121200377	STATUS ON	DATASHEET
	P/N: 071-000-043	ALARM (SI)	Last Date of Support:
Secondary control station	EOSL Date: January 31, 2023	4 SLOTS (2 USED)	End-of-Sale Date:
	S/N: ARXN5121300067	STATUS ON	DATASHEET
2U DPE	P/N: 100-520-665	ALARMA (NO)	Last Date of Support:
	REV A17	MAC: 001B21D28F42	End-of-Sale Date:
Stand by power supply	S/N: AC178121900695	STATUS ON	DATASHEET
	P/N: 071-000-529	ALARMA (NO)	Last Date of Support:
3U DAE 300GB-2TB	REV A11	25 SLOTS	End-of-Sale Date:
	S/N: AC155112300417 S/N: AC155114100011	STATUS ON	DATASHEET
3U DAE 2TB (1)	P/N: 078-000-085 P/N: 078-000-085	ALARMA (NO)	Last Date of Support:
	REV A01 REV A01	EOSL Date: January	End-of-Sale Date:
Data Mover Enclosure PS A-B CPU	S/N: ACT79414210471	STATUS ON	DATASHEET
	P/N: 071-000-518	ALARMA (NO)	Last Date of Support: August 31, 2021
Secondary control station	REV A01	15 SLOTS (14 USED)	End-of-Sale Date: August 15, 2016
	S/N: AC794122806387	STATUS ON	DATASHEET
Primary control station	P/N: 071-000-518	ALARMA (NO)	Last Date of Support: August 31, 2021
	S/N: ASTAC121200352	15 SLOTS	End-of-Sale Date: August 15, 2016
3U DAE 100- 300GB	P/N: 100-520-127	ALARMA (NO)	Last Date of Support:
	EOSL Date: January 31, 2023	4 SLOTS	End-of-Sale Date:
3U DAE 100- 300GB	S/N: ARXN5124300102	STATUS ON	DATASHEET
	P/N: 100-520-665	ALARMA (NO)	Last Date of Support:
Stand by power supply (1)	REV A18	MAC: 6805CA098ED2	End-of-Sale Date:
	S/N: ARXN5124300006	STATUS ON	DATASHEET
3U DAE 100- 300GB	P/N: 100-520-665	ALARMA (NO)	Last Date of Support:
	REV A18	MAC: 6805CA09921E	End-of-Sale Date:
Stand by power supply (1)	S/N: CKM00124802609	STATUS ON	DATASHEET
	P/N: 900-557-002	ALARMA (NO)	Last Date of Support: August 31, 2021
3U DAE 100- 300GB	REV A02	15 SLOTS (7 USED)	End-of-Sale Date: August 15, 2016
	S/N: ACLAA122101467	STATUS ON	DATASHEET
Stand by power supply (1)	P/N: 078-000-084	ALARMA (SI)	Last Date of Support:
	EOSL Date: January 31, 2023		End-of-Sale Date:

Elaborado por: Josue Campo

## Anexo 4: Información SEG1 RACK1

Equipo	3. SEG1 RACK 1		
	S/N: KQRLDGT	STATUS ON	DATASHEET
CISCO NAC 3315 SRV	P/N:	ALARMA (NO)	End of Sale Date: 07-SEP-2015
	REV		End of Support Date: 07-SEP-2018
CISCO NAC 3315 MNG	S/N: KQTWNLR	STATUS ON	DATASHEET
	P/N:	ALARMA (NO)	End of Sale Date: 07-SEP-2015
CISCO WAE 500	REV		End of Support Date: 07-SEP-2018
	S/N: KQLMATB	STATUS ON	DATASHEET
CISCO WAE 600	P/N:	ALARMA (NO)	End of Sale Date: 17-AUG-2012
	REV	WAE-512-K9	End of Support Date: 31-AUG-2017
CISCO WAE 600	S/N: KQLLYCB	STATUS ON	DATASHEET
	P/N:	ALARMA (NO)	End of Sale Date: 17-AUG-2012
CISCO WAE 600	REV	WAE-612-K9	End of Support Date: 31-AUG-2017
	S/N: KQLLYAF	STATUS ON	DATASHEET
CISCO S170 FIREWALL	P/N:	ALARMA (NO)	End of Sale Date: 2010-AUG-02
	REV	WAE-612-K9	End of Support Date: 2015-AUG-31
CISCO S170 FIREWALL	S/N: FGL1641404T	STATUS OFF	DATASHEET
	PID VID: S170-R-EU	ALARMA (NO)	End of Sale Date: 08-NOV-2016
CISCO S170 FIREWALL	REV V03		End of Support Date: 30-NOV-2021
	S/N: FTX1709M009	STATUS ON	DATASHEET
CISCO C170 FIREWALL	P/N:	ALARMA (NO)	End of Sale Date: 08-NOV-2016
	REV A04		End of Support Date: 30-NOV-2021
CISCO C170 FIREWALL	S/N: FTX1709M005	STATUS ON	DATASHEET
	P/N:	ALARMA (NO)	End of Sale Date: 08-NOV-2016
CISCO C170 FIREWALL	REV A04		End of Support Date: 30-NOV-2021
	S/N: FTX1709M005	STATUS ON	DATASHEET
CISCO SECURITY MARS 55	P/N:	ALARMA (SI)	End of Sale Date: 08-NOV-2016
	REV A04		End of Support Date: 30-NOV-2021
CISCO ASA 5580	S/N: AZHH9510054	STATUS ON	DATASHEET
	P/N:	ALARMA (NO)	End of Sale Date: NA
CISCO ASA 5580	REV		End of Support Date: NA
	S/N: USE001N503	STATUS ON	DATASHEET
CISCO ASA 5580	PID VID: ASA5580-20 V01	ALARMA (NO)	End of Sale Date: NA
	REV		End of Support Date: NA
ASTARO GATEWAY 2000	S/N: USE930NA9T	STATUS ON	DATASHEET
	PID VID: ASA5580-20 V01	ALARMA (NO)	End of Sale Date: NA
SYSTEM PS IBM	REV		End of Support Date: NA
	S/N:	STATUS OFF	DATASHEET
3U STORAGE	P/N:	ALARMA (NO)	End of Sale Date: NA
	REV		End of Support Date: NA

Elaborado por: Josue Campo

## Anexo 5: Tabla Información H1/RACK2

Equipo	4. H1/RACK2		
V700 STORWIZE	S/N: 78206KF	STATUS ON	DATASHEET
	S/N: 48CO1N	ALARMA (NO)	Last Date of Support: 11-OCT-2015
	S/n: 48505K	MT: 2076 24F	End of Sale Date: 30-APR-2015
V700 STORWIZE	S/N: 78206HM	STATUS ON	DATASHEET
	S/N: 4860FL	ALARMA (NO)	Last Date of Support: 11-OCT-2015
	S/N: 485002	MT: 2076 24F	End of Sale Date: 30-APR-2015
V700 STORWIZE	S/N: 782061F	STATUS ON	DATASHEET
	P/N:	ALARMA (NO)	Last Date of Support: 11-OCT-2015
	REV	MT: 2076 524	End of Sale Date: 30-APR-2015
CATALYST 3560	S/N: FOC1440Y224	STATUS ON	DATASHEET
	PID VID: WS-C35606-48PS-S	ALARMA (NO)	Last Date of Support: 31-JAN-2018
	REP V08		End of Sale Date: 30-JAN-2013
POWER 750	S/N: 060E47T	STATUS ON	DATASHEET
	P/N:	ALARMA (NO)	Last Date of Support: 30-0SEP-2019
	REV		End of Sale Date: 19-FEB-2010
IBM CONSOLE SWITCH	S/N: 060E47T	STATUS ON	DATASHEET
	P/N:	ALARMA (NO)	Last Date of Support:
	REV		End of Sale Date:
SYSTEM X3550	S/N: KQBTXDC	STATUS ON	DATASHEET
	P/N:	ALARMA (NO)	Last Date of Support:
	REV		End of Sale Date:
SYSTEM X3550	S/N: 10-4BFB	STATUS ON	DATASHEET
	P/N:	ALARMA (NO)	Last Date of Support:
	REV		End of Sale Date:
SYSTEM P5	S/N: 06-SCBSH	STATUS ON	DATASHEET
	P/N:	ALARMA (SI)	Last Date of Support:
	REV		End of Sale Date:
IBM SUPTTEL SACER	S/N: 26R0952	STATUS ON	DATASHEET
	P/N:	ALARMA (SI)	Last Date of Support:
	REV	14 SLOTS	End of Sale Date:

Elaborado por: Josue Campo

## Anexo 6: Información SEG3/RACK3

Equipos	5. SEG3/RACK3		
CISCO 800	S/N: FTX153900BK	STATUS ON	DATASHEET
	P/N: 071-000-518	ALARMA (NO)	Last Date of Support: 31-AUG-2022
	REV A10	ARCOTEL GPRS	End of Sale Date: 01-SEP-2017
CORECESS 3802TNSP (1)	S/N: 2012050400400462	STATUS ON	S/N: 10263600549
	P/N:	ALARMA (NO)	Version 2.1
	REV		ALARMA NO
CORECESS 3802 TNS (1)	S/N: 2011090900100138	STATUS ON	S/N: 4007263000910
	P/N:	ALARMA (NO)	P/N:
	REV		ALARMA (NO)
CORECESS 3802TNSP (2)	S/N: 2012081000100989	STATUS ON	S/N: 2011090900100237
	P/N:	ALARMA (NO)	P/N:
	REV		ALARMA (NO)
CORECESS 3802 TNS (2)	S/N: 2011090900100337	STATUS ON	S/N: 201109090010069
	P/N:	ALARMA (NO)	P/N:
	REV		ALARMA (NO)
HUAWEI RTN 605	S/N:	STATUS ON	DATASHEET
	P/N:	ALARMA (NO)	Last Date of Support: 30-SEP-2018
	REV		End of Sale Date: 31-DEC-2021
CISCO 1800	S/N: FC711282303	STATUS ON	DATASHEET
	P/N:	ALARMA (NO)	Last Date of Support: 31-AUG-2019
	REV V04	ARCOTEL GPRS	End of Sale Date: 06-AUG-2014
MC112CS TP-LINK (1)	S/N: 12b890013805	STATUS ON	S/N: 11679600492
	VERSION 3.0	ALARMA (NO)	Version 2.21
			ALARMA (NO)
TP LINK MC12CS	S/N: 11679600487	STATUS ON	
	Version 2.21	ALARMA (NO)	
CISCO 1700 (1)	S/N: FTX0909YOYU	STATUS ON	DATASHEET
	P/N:	ALARMA (NO)	Last Date of Support: 25-MAR-2012
	REV		End of Sale Date: 27-MAR-2017
CISCO 800 (2)	S/N: FTX170681HM	STATUS ON	DATASHEET
	P/N:	ALARMA (NO)	Last Date of Support: 31-AUG-2022
	REV		End of Sale Date: 01-SEP-2017
aNET AN-UM-130SM-20	S/N: AN1612050364	STATUS ON	S/N: 12690300907
	P/N:	ALARMA (NO)	Version 2.21
	REV		ALARMA (NO)
CISCO 1700 (2)	S/N: FTX0851X035	STATUS ON	DATASHEET
	P/N:	ALARMA (NO)	Last Date of Support: 25-MAR-2012
	REV		End of Sale Date: 27-MAR-2017
CISCO 800 (3)	S/N: FTX1405Y5C6	STATUS ON	DATASHEET
	P/N:	ALARMA (NO)	Last Date of Support: 31-AUG-2022
	REV		End of Sale Date: 01-SEP-2017
MC-220L TP-LINK (1)	S/N: 2149764001517	STATUS ON	S/N: 2179764001516
	P/N:	ALARMA (NO)	Version 2.23
	REV	Version 2.23	ALARMA (NO)
RECTIFICADOR RTN METROPOLITANO			
9 DE OCTUBRE - DIEGO DE ALMAGRO			
CISCO 2800	S/N: FTX1405Y5C6	STATUS ON	DATASHEET
	S/N: FCZ1402700A	ALARMA (NO)	Last Date of Support: 31-OCT-2016
			End of Sale Date: 01-NOV-2017
EDIFICIO 9 DE OCTUBRE -> DIEGO DE ALMAGRO			
CATALYST 3550	S/N: FOX11400LCQ	STATUS ON	DATASHEET
	MAC: 00087C3EFA00	ALARMA (NO)	Last Date of Support: 31-JAN-2018
			End of Sale Date: 30-JAN-2013
CATALYST 4507R	S/N: FOX11400LCQ	STATUS ON	DATASHEET
	PIV VID: WS-C4507R	ALARMA (NO)	Last Date of Support: 30-APR-2018
	REV V08		End of Sale Date: 16-APR-2013

Elaborado por: Josue Campo

## Anexo 7: Información COM2/RACK4

Equipos	6. COM2/RACK4		
	S/N:	STATUS ON	DATASHEET
COMBA	P/N:	ALARMA (NO)	Last Date of Support:
	REV		End of Sale Date:
	S/N: FOC1403Y7DT	STATUS ON	DATASHEET
CATALYST 3560 PoE-48	PID VID: W5-C3560Q-48PS-S	ALARMA (NO)	Last Date of Support: 31-JAN-2018
	REV V06	32 SLOTS (18 USED)	End of Sale Date: 30-JAN-2013
	S/N:	STATUS ON	DATASHEET
NETENFORCER AC-504	P/N:	ALARMA (NO)	Last Date of Support:
	REV		End of Sale Date:
	S/N: FTX163783M1	STATUS ON	DATASHEET
CISCO 800	P/N:	ALARMA (NO)	Last Date of Support: 21-MAY-2015
	REV		End of Sale Date: 01-SEP-2017
	S/N: FTX151205TF	STATUS ON	DATASHEET
CISCO 800	P/N:	ALARMA (NO)	Last Date of Support: 21-MAY-2015
	REV		End of Sale Date: 01-SEP-2017
	S/N: FTX151205TF	STATUS ON	DATASHEET
CISCO Videoconf 3500	P/N:	ALARMA (NO)	Last Date of Support: 31 OCT-2021
	REV		End of Sale Date: 7-OCT-2016
	S/N: FTX151205TF	STATUS ON	DATASHEET
CISCO 5500 Wireless	P/N:	ALARMA (NO)	Last Date of Support: None Announced
	REV		End of Sale Date: None Announced
	S/N: FTX151205TF	STATUS ON	DATASHEET
PALO ALTO NETWORK	P/N:	ALARMA (NO)	Last Date of Support: 31-JUL-2021
	REV		End of Sale Date: 31-JUL-2018
	S/N: FTX151205TF	STATUS ON	DATASHEET
CISCO 3800	P/N:	ALARMA (NO)	Last Date of Support: 31-OCT-2016
	REV		End of Sale Date: 01-NOV-2011
	S/N: FTX151205TF	STATUS ON	DATASHEET
CISCO 3800	P/N:	ALARMA (NO)	Last Date of Support: 31-OCT-2016
	REV		End of Sale Date: 01-NOV-2011
	S/N: FTX151205TF	STATUS ON	DATASHEET
CISCO Catalyst 4510R	P/N:	ALARMA (Si)	Last Date of Support: 30-APR-2018
	REV		End of Sale Date: 16-APR-2013

Elaborado por: Josue Campo

## Anexo 8: Información UC5/RACK5

Equipos	7. UC5/RACK5		
	S/N:	STATUS ON	DATASHEET
CISCO UCS 6248 UP (1)	S/N: SSI16280774	STATUS ON	DATASHEET
	P/N:	ALARMA (NO)	Last Date of Support: 31-MAR-2018
	REV	32 SLOTS	End of Sale Date: 1-MAR-2013
CISCO UCS 6248 UP (2)	S/N: SSI16280770	STATUS ON	DATASHEET
	P/N:	ALARMA (NO)	Last Date of Support: 31-MAR-2018
	REV	32 SLOTS (14 USED)	End of Sale Date: 1-MAR-2013
CISCO DIGITAL MEDIA MANAGER	S/N: QC1630A5YC	STATUS ON	DATASHEET
	P/N:	ALARMA (NO)	Last Date of Support: 31-AUG-2020
	REV	16 SLOTS (9 USED)	End of Sale Date: 20-AUG-2015
CISCO MDS 9148 (1)	S/N: AMS16450166	STATUS ON	DATASHEET
	MTM: 2417-C48	ALARMA (Si)	Last Date of Support: 31-OCT-2020
		48 SLOTS (30 USED)	End of Sale Date: 16-OCT-2015
CISCO MDS 9148 (2)	S/N: 68-3271-06-D0	STATUS ON	DATASHEET
	PIV VID: D5-C9148-16F-K9 V02	ALARMA (Si)	Last Date of Support: 31-OCT-2020
		48 SLOTS (27 USED)	End of Sale Date: 16-OCT-2015
CITRIX	S/N: DE01V266ZM	STATUS ON	DATASHEET
	P/N:	ALARMA (NO)	Last Date of Support: JAN-2020
	REV		End of Sale Date:
IBM PUREFLEX	S/N: 8721MC1-06ACZMT	STATUS ON	DATASHEET
	P/N:	ALARMA (NO)	Last Date of Support: 30-APR-2018
	REV	14SLOTS (7 USED)	End of Sale Date:
CISCO 800 (1)	S/N: FTX173085OP	STATUS ON	DATASHEET
	P/N:	ALARMA (NO)	Last Date of Support: 31-AUG-2022
	REV		End of Sale Date: 01-SEP-2017
CISCO 800 (2)	S/N: FTX3885OS	STATUS ON	DATASHEET
	P/N:	ALARMA (NO)	Last Date of Support: 31-AUG-2022
	REV		End of Sale Date: 01-SEP-2017
CISCO 800 (3)	S/N: FTX181282FV	STATUS ON	DATASHEET
	P/N:	ALARMA (NO)	Last Date of Support: 31-AUG-2022
	REV		End of Sale Date: 01-SEP-2017
CISCO 800 (4)	S/N: FTX181281QV	STATUS ON	DATASHEET
	P/N:	ALARMA (NO)	Last Date of Support: 31-AUG-2022
	REV		End of Sale Date: 01-SEP-2017
CISCO UCS 5108 (1)	S/N: FOX1636GJKQ	STATUS ON	DATASHEET
	PIV VID: N20-C6508	ALARMA (NO)	Last Date of Support: 31-DEC-2020
	REV V03	8 SLOTS (6 USED)	End of Sale Date: 30-DEC-2015
CISCO UCS 5108 (2)	S/N: FOX1635GND6	STATUS ON	DATASHEET
	PIV VID: N20-C6508	ALARMA (NO)	Last Date of Support: 31-DEC-2020
	REV V02	8 SLOTS (8 USED)	End of Sale Date: 30-DEC-2015

Elaborado por: Josue Campo

## Anexo 9: Información H2/RACK6

Equipos	8. H2/RACK6		
IBM POWER 770 (1)	S/N: 00000DBJJ846	STATUS ON	DATASHEET
	P/N: 46K4585	ALARMA (NO)	Last Date of Support: 30-SEP-2019
	MT: 9117MOMD		End of Sale Date: 21-JAN-2015
IBM POWER 770 (2)	S/N: 00000DBJJ699	STATUS ON	DATASHEET
	P/N: 46K4585	ALARMA (NO)	Last Date of Support: 30-SEP-2019
			End of Sale Date: 21-JAN-2015
IBM EXP 5060 (1)	S/N: 78K1WPL	STATUS ON	DATASHEET
	P/N:	ALARMA (SI)	Last Date of Support:
	REV		End of Sale Date:
IBM EXP 5060 (2)	S/N: 78K1WPH	STATUS ON	DATASHEET
	P/N:	ALARMA (NO)	Last Date of Support:
	REV		End of Sale Date:
DS 5300	S/N: 78K1WKV	STATUS ON	DATASHEET
	P/N:	ALARMA (SI)	Last Date of Support:
	REV		End of Sale Date: 31-MAY-2018
HP PROLIANT DL 120 67	S/N: 2M2128020E	STATUS ON	DATASHEET
	PIV VID: 628621-001	ALARMA (NO)	Last Date of Support:
		4 SLOTS (2 USED)	End of Sale Date: 01-FEB-2013
LIFE SIZE BRIDGE 2200	S/N: HB662425AB1	STATUS ON	DATASHEET
	P/N:	ALARMA (SI)	Last Date of Support:
	REV		End of Sale Date:
IBM BLADECENTER	S/N: 88524T6-KD15TZ7	STATUS ON	DATASHEET
	P/N:	ALARMA (SI)	Last Date of Support:
	REV		End of Sale Date:

Elaborado por: Josue Campo

## Anexo 10: Total de puertos y estado de los puertos del Switch Core 1

Switch Core 1						
Interfaz	Conexión	Observacion	Puerto	Estado	Vacios	Ocupados
Gi 1/1	No Connect	Down	Ocupado	Down		1
Gi 1/2	Suspended		Ocupado	Up		1
Gi 1/3	Suspended		Ocupado	Up		1
Gi 1/4	No Connect	Down	Ocupado	Down		1
Gi 1/5	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 1/6	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 1/7	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 1/8	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 1/9	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 1/10	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 1/11	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 1/12	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 1/13	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 1/14	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 1/15	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 1/16	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 1/17	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 1/18	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 1/19	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 1/20	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 1/21	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 1/22	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 1/23	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 1/24	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 2/1	No Connect	Down	Vacio	Down	1	
Gi 2/2	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 2/3	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 2/4	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 2/5	No Connect	Down	Ocupado	Down		1
Gi 2/6	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 2/7	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 2/8	No Connect	Down	Ocupado	Down		1
Gi 2/9	No Connect	Down	Ocupado	Down		1
Gi 2/10	No Connect	Down	Ocupado	Down		1
Gi 2/11	No Connect	Down	Ocupado	Down		1
Gi 2/12	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 2/13	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 2/14	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 2/15	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 2/16	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 2/17	No Connect	Down	Ocupado	Down		1
Gi 2/18	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 2/19	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 2/20	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 2/21	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 2/22	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 2/23	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 2/24	Connect		Ocupado	Up		1
Te 5/1	Connect		Ocupado	Up		1
Te 5/2	Inactive		Vacio	Down	1	
Gi 5/3	Inactive		Vacio	Down	1	
Gi 5/4	Inactive		Vacio	Down	1	
Gi 5/5	Inactive		Vacio	Down	1	
Gi 5/6	Inactive		Vacio	Down	1	
Te 6/1	Connect		Ocupado	Up		1
Te 6/2	Inactive		Vacio	Down	1	
Gi 6/3	Inactive		Vacio	Down	1	
Gi 6/4	Inactive		Vacio	Down	1	
Gi 6/5	Inactive		Vacio	Down	1	
Gi 6/6	Inactive		Vacio	Down	1	
Gi 7/1	No Connect	Down	Ocupado 1000-X Vacio 10/100/1000	Up / Down	1	1
Gi 7/2	No Connect	Down	Ocupado 1000-X Vacio 10/100/1000	Up / Down	1	1
Gi 7/3	Connect		Ocupado 1000-X Vacio 10/100/1000	Up / Down	1	1
Gi 7/4	Connect		Ocupado 1000-X Vacio 10/100/1000	Up / Down	1	1
Gi 7/5	Connect		Ocupado 1000-X Vacio 10/100/1000	Up / Down	1	1
Gi 7/6	Connect		Ocupado 1000-X Vacio 10/100/1000	Up / Down	1	1
Gi 8/1	Connect		Ocupado 1000-X Vacio 10/100/1000	Up / Down	1	1
Gi 8/2	Connect		Ocupado 1000-X Vacio 10/100/1000	Up / Down	1	1
Gi 8/3	Connect		Ocupado 1000-X Vacio 10/100/1000	Up / Down	1	1
Gi 8/4	Connect		Ocupado 1000-X Vacio 10/100/1000	Up / Down	1	1
Gi 8/5	Connect		Ocupado 1000-X Vacio 10/100/1000	Up / Down	1	1
Gi 8/6	Connect		Ocupado 1000-X Vacio 10/100/1000	Up / Down	1	1
Po 2	Connect	Up for Port-channel Gi1/21 Gi2/20				
Po 3	Connect	Up for Port-channel Gi1/5 Gi2/23				
Po 4	Connect	Up for Port-channel Gi1/19 Gi2/12				
Po 5	Connect	Up for Port-channel Gi2/3 Gi2/14 Gi2/15				
Po 20	No Connect	Down for Gi1/1				
Po 30	No Connect	Down for Gi2/8 Gi2/9 Gi2/10 Gi2/11				
Po 40	No Connect	Down (Null)				
Po 50	Connect	Up for Port-channel Gi1/24				
		# Puertos Ocupados Total				61
		# Puertos Vacios Total			23	

Elaborado por: Josue Campo

## Anexo 11: Total de puertos y estado de los puertos Switch Core 2

Switch Core 2						
Interfaz	Conexión	Observacion	Puerto	Estado	Vacios	Ocupados
Te 1/1	Connect		Ocupado	Up		1
	Disabled		Ocupado	Down		1
Gi 1/3	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 1/4	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 1/5	Inactive		Vacio	Down	1	
Gi 1/6	Inactive		Vacio	Down	1	
Te 2/1	Connect		Ocupado	Up		1
Te 2/2	Inactive		Vacio	Down	1	
Gi 2/3	No Connect	Down	Vacio	Down	1	
Gi 2/4	No Connect	Down	Vacio	Down	1	
Gi 2/5	Inactive		Vacio	Down	1	
Gi 2/6	Inactive		Vacio	Down	1	
Gi 3/1	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 3/2	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 3/3	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 3/4	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 3/5	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 3/6	No Connect	Down	Ocupado	Down		1
Gi 3/7	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 3/8	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 3/9	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 3/10	No Connect	Down	Vacio	Down	1	
Gi 3/11	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 3/12	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 3/13	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 3/14	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 3/15	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 3/16	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 3/17	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 3/18	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 3/19	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 3/20	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 3/21	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 3/22	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 3/23	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 3/24	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 4/1	Suspended		Ocupado	Up		1
Gi 4/2	Suspended		Ocupado	Up		1
Gi 4/3	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 4/4	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 4/5	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 4/6	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 4/7	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 4/8	No Connect	Down	Ocupado	Down		1
Gi 4/9	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 4/10	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 4/11	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 4/12	No Connect	Down	Vacio	Down	1	
Gi 4/13	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 4/14	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 4/15	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 4/16	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 4/17	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 4/18	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 4/19	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 4/20	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 4/21	Suspended		Ocupado	Up		1
Gi 4/22	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 4/23	Connect		Ocupado	Up		1
Gi 4/24	Connect		Ocupado	Up		1
Po 5	Connect	Up for Port-channel Gi3/1 Gi3/8 Gi4/6				
Po 15	Connect	Up for Port-channel Gi4/4				
Po 20	Connect	Up for Portchannel Gi4/17 Gi4/18 Gi4/19				
Po 50	Connect	Up for Port-channel Gi4/23				
Po 60	Connect	Up for Te1/1 Te1/2				
Po 61	No Connect	Down suspended for Gi4/1 Gi4/2				
Po 63	Connect	Up for Port-channel Gi4/3				
Po 64	Connect	Up for Port-channel Gi1/3 Gi1/4				
# Puertos Ocupados					9	51
# Puertos Vacios						

Elaborado por: Josue Campo



**Anexo 12: Características consideradas para la selección el switch capa3**

Equipo	HP 1910 48G (JE009A)	CISCO CATALYST 9500- 40X-E	ARUBA 2930M JL321A
Enlace de las características de los dispositivos.	<a href="https://h20195.www2.hp.com/v2/default.aspx?cc=pe&amp;lc=es&amp;oid=4177649">https://h20195. www2.hp.com/ v2/default.aspx? cc=pe&amp;lc=es&amp;oid =4177649</a>	<a href="https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/switches/catalyst-9500-series-switches/nb-06-cat9500-ser-data-sheet-cte-en.html">https://www.cisco.com/ c/en/us/products/collate ral/switches/catalyst- 9500-series-switches/nb- 06-cat9500-ser-data- sheet-cte-en.html</a>	<a href="https://buy.hp.com/b2c/us/en/networking/switches/c/4172267">https://buy.hp.com/b 2c/us/en/networking/s witches/c/4172267</a>

Elaborado por: Josue Campo

**Anexo 13: Características consideradas para el switch acceso**

Equipo	CISCO 9300	HP 1920	UBIQUITI US-48- 500W
Enlace de las características de los dispositivos.	<a href="https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/switches/catalyst-9300-series-switches/nb-06-cat9300-ser-data-sheet-cte-en.html">https://www.cisco.c om/c/en/us/produc ts/collateral/switch es/catalyst-9300- series-switches/nb- 06-cat9300-ser- data-sheet-cte- en.html</a>	<a href="https://store.hp.com/ap/pdp/hpe-officeconnect-1920s-24g-2sfp-switch">https://store.hp.com/ap p/pdp/hpe- officeconnect-1920s- 24g-2sfp-switch</a>	<a href="https://manualsbrain.com/es/manuals/468990/">https://manualsbrai n.com/es/manuals/4 68990/</a>

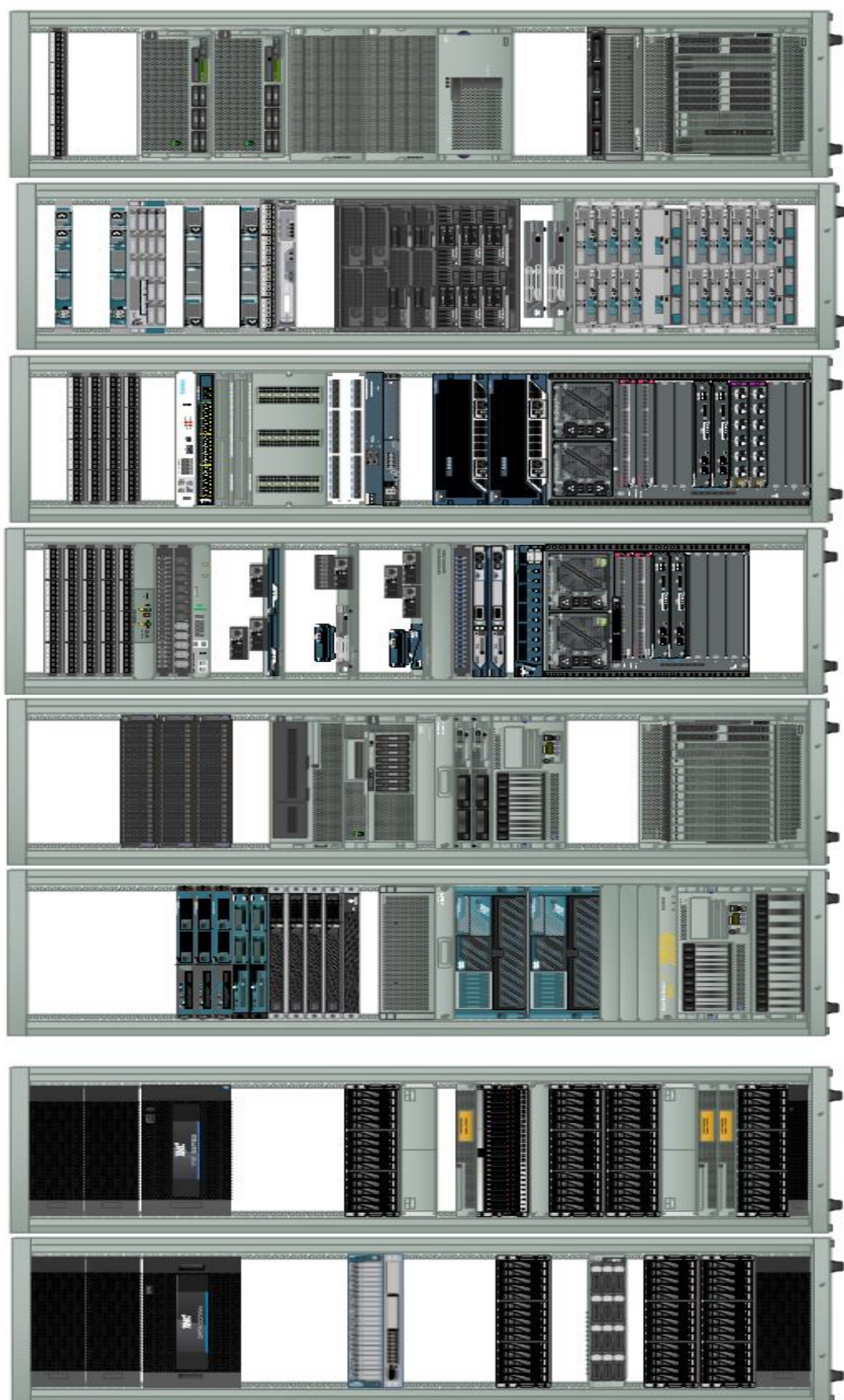
Elaborado por: Josue Campo

**Anexo 14: Características consideradas para los Access Point**

Equipo	Ubiquiti Unifi AC PRO	Aruba serie 220	Cisco Aironet serie 4800
Enlace de las características de los dispositivos.	<a href="https://www.ui.com/unifi/unifi-ap-ac-pro/">https://www.ui.com /unifi/unifi-ap-ac- pro/</a>	<a href="https://www.arubanetworks.com/assets/ds/DS_AP220Series.pdf">https://www.aruban etworks.com/assets/ ds/DS_AP220Series.p df</a>	<a href="https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/wireless/aironet-4800-access-point/nb-09-air-4800-access-ds-cte.html">https://www.cisco.com/ c/en/us/products/collat eral/wireless/aironet- 4800-access-point/nb- 09-air-4800-acces-ds- cte.html</a>

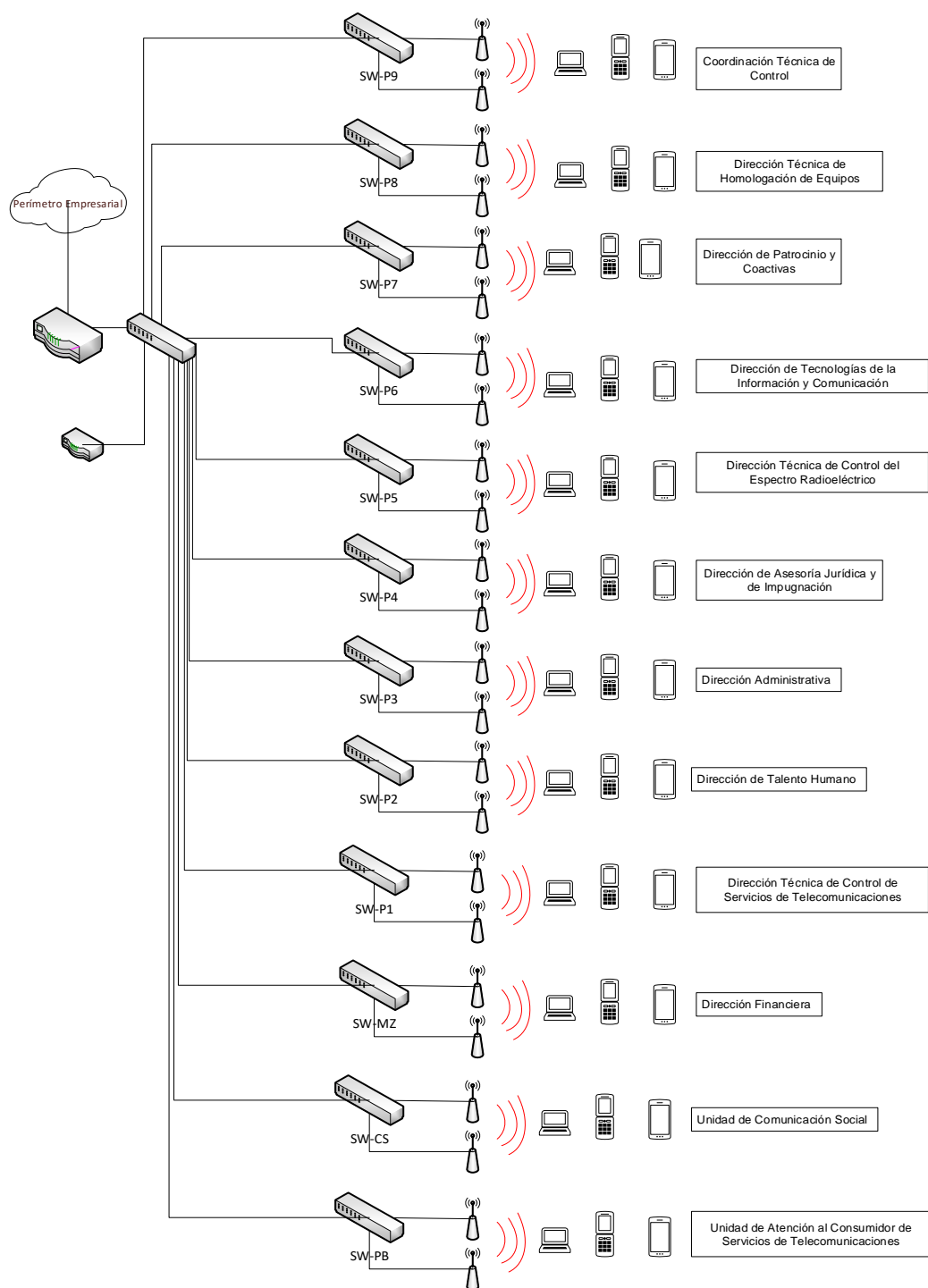
Elaborado por: Josue Campo

## Anexo 15: Distribución de los equipos activos



Elaborado por: Josue Campo

## Anexo 16: Topología Física de la red WLAN



Elaborado por: Josue Campo

**Anexo 17: Características consideradas para la selección del Servidor.**

Equipo	HP ProLiant DL380 Ge n9	Cisco UCS C220 M4 1TB/16GB	Dell Power Edge R640
Enlace de las características de los dispositivos.	<a href="https://www.solutionboxusa.com/images/articulos/826682-B21_1.pdf">https://www.solutionboxusa.com/images/articulos/826682-B21_1.pdf</a>	<a href="http://www.optiodata.com/documents/optio/datasheets/Cisco-UCS-C220-M4-Spec-Sheet.pdf">http://www.optiodata.com/documents/optio/datasheets/Cisco-UCS-C220-M4-Spec-Sheet.pdf</a>	<a href="https://i.dell.com/sites/doccontent/shared-content/data-sheets/es/Documents/PowerEdge-R640-Spec-Sheet-LATAM-Spanish.pdf">https://i.dell.com/sites/doccontent/shared-content/data-sheets/es/Documents/PowerEdge-R640-Spec-Sheet-LATAM-Spanish.pdf</a>

Elaborado por: Josue Campo

**Anexo 18: Características consideradas para la selección del ISR**

Equipo	CISCO 4221	Juniper J6350	Huawei AR2240
Enlace de las características de los dispositivos.	<a href="https://www.cisco.com/c/en/us/support/routers/4221-integrated-services-router-isr/model.html">https://www.cisco.com/c/en/us/support/routers/4221-integrated-services-router-isr/model.html</a>	<a href="https://www.cnet.com/products/juniper-networks-j-series-services-router-j6350-router-desktop-series/">https://www.cnet.com/products/juniper-networks-j-series-services-router-j6350-router-desktop-series/</a>	<a href="https://e.huawei.com/es/products/enterprise-networking/routers/ar-g3/ar2200">https://e.huawei.com/es/products/enterprise-networking/routers/ar-g3/ar2200</a>

Elaborado por: Josue Campo

**Anexo 19: Características consideradas para la selección Alta gama**

Equipo	Huawei AR 207	CISCO 921-4P	Juniper SRX340
Enlace de las características de los dispositivos.	<a href="https://support.huawei.com/enterprise/en/doc/EDOC1000009848/b7e9f153/ar207">https://support.huawei.com/enterprise/en/doc/EDOC1000009848/b7e9f153/ar207</a>	<a href="https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/routers/900-series-integrated-services-routers-isr/datasheet-c78-741615.html">https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/routers/900-series-integrated-services-routers-isr/datasheet-c78-741615.html</a>	<a href="https://www.juniper.net/assets/user/en/local/pdf/datasheets/1000550-en.pdf">https://www.juniper.net/assets/user/en/local/pdf/datasheets/1000550-en.pdf</a>

Elaborado por: Josue Campo

## Anexo 20: Configuración del Switch Core

```
!
interface Port-channel1
 switchport trunk allowed vlan 1-15,1002-1005
!
interface Port-channel2
 switchport trunk encapsulation dot1q
 switchport mode trunk
!
interface GigabitEthernet1/0/1
 switchport trunk encapsulation dot1q
!
interface GigabitEthernet1/0/2
 switchport trunk encapsulation dot1q
!
interface GigabitEthernet1/0/3
 channel-group 1 mode on
!
interface GigabitEthernet1/0/4
 channel-group 1 mode on
!
interface GigabitEthernet1/0/5
 switchport trunk encapsulation dot1q
 switchport mode trunk
 channel-group 2 mode on
!
interface GigabitEthernet1/0/6
 switchport trunk encapsulation dot1q
 switchport mode trunk
 channel-group 2 mode on
!
interface GigabitEthernet1/0/7
 switchport trunk encapsulation dot1q
 switchport mode trunk
 channel-group 2 mode on
!
interface GigabitEthernet1/0/8
 switchport trunk encapsulation dot1q
 switchport mode trunk
 channel-group 2 mode on
!
interface GigabitEthernet1/0/9
 switchport trunk encapsulation dot1q
 switchport mode trunk
 switchport nonegotiate
 channel-group 2 mode on
!
interface GigabitEthernet1/0/10
 switchport trunk encapsulation dot1q
```

```
!
interface GigabitEthernet1/0/11
 switchport trunk encapsulation dot1q
 switchport mode trunk
 channel-group 2 mode on
!
interface GigabitEthernet1/0/12
 switchport trunk encapsulation dot1q
 switchport mode trunk
 channel-group 2 mode on
!
interface GigabitEthernet1/0/13
 switchport trunk encapsulation dot1q
 switchport mode trunk
 channel-group 2 mode on
!
interface GigabitEthernet1/0/14
 switchport trunk encapsulation dot1q
 switchport mode trunk
 channel-group 2 mode on
!
interface GigabitEthernet1/0/15
 switchport trunk encapsulation dot1q
 switchport mode trunk
 channel-group 2 mode on
!
interface GigabitEthernet1/0/16
 switchport trunk encapsulation dot1q
 switchport mode trunk
 channel-group 2 mode on
!
interface GigabitEthernet1/0/17
 switchport trunk encapsulation dot1q
 switchport mode trunk
 channel-group 2 mode on
!
interface GigabitEthernet1/0/18
 switchport trunk encapsulation dot1q
 switchport mode trunk
 channel-group 2 mode on
!
interface GigabitEthernet1/0/19
 switchport trunk encapsulation dot1q
 switchport mode trunk
 channel-group 2 mode on
!
interface GigabitEthernet1/0/20
 switchport trunk encapsulation dot1q
```

```
switchport mode trunk
channel-group 2 mode on
!
interface GigabitEthernet1/0/20
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport mode trunk
channel-group 2 mode on
!
interface GigabitEthernet1/0/21
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport mode trunk
channel-group 2 mode on
!
interface GigabitEthernet1/0/22
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport mode trunk
channel-group 2 mode on
!
interface GigabitEthernet1/0/23
!
interface GigabitEthernet1/0/24
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport mode trunk
!
interface GigabitEthernet1/1/1
switchport access vlan 14
switchport mode access
switchport nonegotiate
!
interface GigabitEthernet1/1/2
!
interface GigabitEthernet1/1/3
!
interface GigabitEthernet1/1/4
!
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
ip classless
!
ip flow-export version 9
!
!
!
!
!
```

Elaborado por: Josue Campo

## Anexo 21: Configuración de Router Core

```

ip dhcp excluded-address 172.20.0.1
ip dhcp excluded-address 172.20.1.1
ip dhcp excluded-address 172.20.2.1
ip dhcp excluded-address 172.20.3.1
ip dhcp excluded-address 172.20.4.1
ip dhcp excluded-address 172.20.5.1
ip dhcp excluded-address 172.20.6.1
ip dhcp excluded-address 172.20.7.1
ip dhcp excluded-address 172.20.8.1
ip dhcp excluded-address 172.20.9.1
ip dhcp excluded-address 172.20.10.1
ip dhcp excluded-address 172.20.11.1
ip dhcp excluded-address 172.20.12.1
ip dhcp excluded-address 172.20.13.1
ip dhcp excluded-address 172.20.14.1
ip dhcp excluded-address 172.20.15.1

ip dhcp pool Ata_Consumidor
network 172.20.0.0 255.255.255.0
default-router 172.20.0.1
dns-server 200.107.22.2

ip dhcp pool Comunica_Social
network 172.20.1.0 255.255.255.0
default-router 172.20.1.1
dns-server 200.107.22.2

ip dhcp pool Direccion_financiera
network 172.20.2.0 255.255.255.0
default-router 172.20.2.1
dns-server 200.107.22.2

ip dhcp pool Dirre_Tecnica_Con
network 172.20.3.0 255.255.255.0
default-router 172.20.3.1
dns-server 200.107.22.2

ip dhcp pool Direc_Talen_Huma
network 172.20.4.0 255.255.255.0
default-router 172.20.4.1
dns-server 200.107.22.2

ip dhcp pool Dirre_Administra
network 172.20.5.0 255.255.255.0
default-router 172.20.5.1
dns-server 200.107.22.2

ip dhcp pool Dirre_Juridica_Impugn
network 172.20.6.0 255.255.255.0
default-router 172.20.6.1
dns-server 200.107.22.2

```

```

dns-server 200.107.22.2
ip dhcp pool Direc_Espectr_Radi
network 172.20.7.0 255.255.255.0
default-router 172.20.7.1
dns-server 200.107.22.2
ip dhcp pool Direc_Tecno_Informa_Comu
network 172.20.8.0 255.255.255.0
default-router 172.20.8.1
dns-server 200.107.22.2
ip dhcp pool Patroc_Coactiv
network 172.20.9.0 255.255.255.0
default-router 172.20.9.1
dns-server 200.107.22.2
ip dhcp pool Direc_Homolog_Equip
network 172.20.10.0 255.255.255.0
default-router 172.20.10.1
dns-server 200.107.22.2
ip dhcp pool Coordi_Tecn_Control
network 172.20.11.0 255.255.255.0
default-router 172.20.11.1
dns-server 200.107.22.2
ip dhcp pool Admin
network 172.20.12.0 255.255.255.0
default-router 172.20.12.1
dns-server 200.107.22.2
ip dhcp pool Telefonía
network 172.20.13.0 255.255.255.0
default-router 172.20.13.1
option 150 ip 172.20.13.1
dns-server 200.107.22.2
!
!
!
no ip cef
ipv6 unicast-routing
!
no ipv6 cef
!
!
ipv6 dhcp pool Ate_Consumidor
dns-server 2001::CAFE:1234:F::1
domain-name arcotel.com
!
ipv6 dhcp pool Comunica_Social
dns-server 2001::CAFE:1234:F::1
domain-name arcotel.com
!
!
ipv6 dhcp pool Direccion_financiera

```

^

v



```

!
interface FastEthernet0/0
no ip address
duplex auto
speed auto
!
interface FastEthernet0/0.2
description Subinterfaz Direc_Talen_Huma
encapsulation dot1Q 2
ip address 172.20.4.1 255.255.255.0
ipv6 address FE80::1 link-local
ipv6 address 2001:ACAD:1234:4::1/64
ipv6 dhcp server Direc_Talen_Huma
!
interface FastEthernet0/0.3
description Subinterfaz Direc_Administra
encapsulation dot1Q 3
ip address 172.20.5.1 255.255.255.0
ipv6 address FE80::1 link-local
ipv6 address 2001:ACAD:1234:5::1/64
ipv6 dhcp server Direc_Administra
!
interface FastEthernet0/0.4
description Subinterfaz Direc_Juridica_Impugn
encapsulation dot1Q 4
ip address 172.20.6.1 255.255.255.0
ipv6 address FE80::1 link-local
ipv6 address 2001:ACAD:1234:6::1/64
ipv6 dhcp server Direc_Juridica_Impugn
!
interface FastEthernet0/0.5
description Subinterfaz Direc_Juridica_Impugn
encapsulation dot1Q 5
ip address 172.20.7.1 255.255.255.0
ipv6 address FE80::1 link-local
ipv6 address 2001:ACAD:1234:7::1/64
ipv6 dhcp server Direc_Espectr_Radi
!
interface FastEthernet0/0.6
description Subinterfaz Direc_Tecno_Informa_Comu
encapsulation dot1Q 6
ip address 172.20.8.1 255.255.255.0
ipv6 address FE80::1 link-local
ipv6 address 2001:ACAD:1234:8::1/64
ipv6 dhcp server Direc_Tecno_Informa_Comu
!

```

```

ipv6 dhcp server Patroc_Coactiv
!
interface FastEthernet0/0.8
description Subinterfaz Direc_Homolog_Equip
encapsulation dot1Q 8
ip address 172.20.10.1 255.255.255.0
ipv6 address FE80::1 link-local
ipv6 address 2001:ACAD:1234:A::1/64
ipv6 dhcp server Direc_Homolog_Equip
!
interface FastEthernet0/0.9
description Subinterfaz Coordi_Tecn_Control
encapsulation dot1Q 9
ip address 172.20.11.1 255.255.255.0
ipv6 address FE80::1 link-local
ipv6 address 2001:ACAD:1234:B::1/64
ipv6 dhcp server Coordi_Tecn_Control
!
interface FastEthernet0/0.10
description Subinterfaz Ate_Consumidor
encapsulation dot1Q 10
ip address 172.20.0.1 255.255.255.0
ipv6 address FE80::1 link-local
ipv6 address 2001:ACAD:1234::1/64
ipv6 dhcp server Ate_Consumidor
!
interface FastEthernet0/0.11
description Subinterfaz Comunica_Social
encapsulation dot1Q 11
ip address 172.20.1.1 255.255.255.0
ipv6 address FE80::1 link-local
ipv6 address 2001:ACAD:1234:1::1/64
ipv6 dhcp server Comunica_Social
!
interface FastEthernet0/0.12
description Subinterfaz Direccion_financiera
encapsulation dot1Q 12
ip address 172.20.2.1 255.255.255.0
ipv6 address FE80::1 link-local
ipv6 address 2001:ACAD:1234:2::1/64
ipv6 dhcp server Direccion_financiera
!
interface FastEthernet0/0.13
description Subinterfaz Dirre_Tecnica_Con
encapsulation dot1Q 13
ip address 172.20.3.1 255.255.255.0
ipv6 address FE80::1 link-local
ipv6 address 2001:ACAD:1234:3::1/64

```

```

!
interface FastEthernet0/0.14
description Subinterfaz Admin
encapsulation dot1Q 14
ip address 172.20.12.1 255.255.255.0
ipv6 address FE80::1 link-local
ipv6 address 2001:ACAD:1234:C::1/64
ipv6 dhcp server Admin
!
interface FastEthernet0/0.15
description Subinterfaz Telefonía
encapsulation dot1Q 15
ip address 172.20.13.1 255.255.255.0
ipv6 address FE80::1 link-local
ipv6 address 2001:ACAD:1234:D::1/64
ipv6 dhcp server Telefonía
!
interface FastEthernet0/0.16
encapsulation dot1Q 16
no ip address
!
interface FastEthernet0/1
ip address 172.20.15.2 255.255.255.0
service-policy input Segmentación
service-policy output Segmentación
duplex auto
speed auto
!
interface FastEthernet0/0/0
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/0/1
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/0/2
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/0/3
switchport mode access
!
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
ip classless
!
ip flow-export version 9

```

```

!
telephony-service
max-ephones 40
max-dn 40
ip source-address 172.20.13.1 port 2000
auto assign 1 to 40
!
ephone-dn 1
number 101
!
ephone-dn 2
number 102
!
ephone-dn 3
number 103
!
ephone-dn 4
number 104
!
ephone-dn 5
number 105
!
ephone-dn 6
number 106
!
ephone-dn 7
number 107
!
ephone-dn 8
number 108
!
ephone 1
device-security-mode none
mac-address 0006.2A19.E68E
type 7960
button 1:1
!
ephone 2
device-security-mode none
mac-address 00E0.F71D.E08A
type 7960
button 1:2
!
ephone 3
device-security-mode none
mac-address 000C.CF8C.99E9
type 7960
button 1:3

```

```

ephone 4
device-security-mode none
mac-address 0090.2BA8.B5D7
type 7960
button 1:4
!
ephone 5
device-security-mode none
mac-address 0001.9680.26DE
type 7960
button 1:5
!
ephone 6
device-security-mode none
mac-address 0060.5CEA.D96B
type 7960
button 1:6
!
ephone 7
device-security-mode none
mac-address 00E0.F96C.4ADA
type 7960
button 1:7
!
ephone 8
device-security-mode none
mac-address 000B.BECD.833E
type 7960
button 1:8
!
ephone 9
device-security-mode none
mac-address 00E0.F93D.B7EE
.

```

Elaborado por: Josue Campo

## Anexo 22: Configuración ASA

```

interface Vlan1
nameif inside
security-level 100
ip address 172.20.15.1 255.255.255.0
!
interface Vlan2
nameif outside
security-level 0
ip address 172.20.14.6 255.255.255.0
!
webvpn
enable outside
object network LAN
subnet 172.20.15.0 255.255.255.0
object network WEB
host 172.20.15.3
!
route outside 200.107.22.0 255.255.255.0 172.20.14.1 1
!
access-list ENTRADA extended permit tcp any any eq www
!
!
access-group ENTRADA in interface outside
object network LAN
nat (inside,outside) dynamic interface
object network WEB
nat (inside,outside) static 172.20.14.4
!
!
!
group-policy VPN internal
group-policy VPN attributes
vpn-tunnel-protocol ssl-clientless
webvpn
url-list value INTRANET
username vpn01 password KFKa9cw3L4ULcSGD encrypted
username vpn01 attributes
vpn-group-policy VPN
username vpn02 password Dh2lYMZgVD3b3qbN encrypted
username vpn02 attributes
vpn-group-policy VPN
!
!
!
!
telnet timeout 5
ssh timeout 5
!

```

Elaborado por: Josue Campo

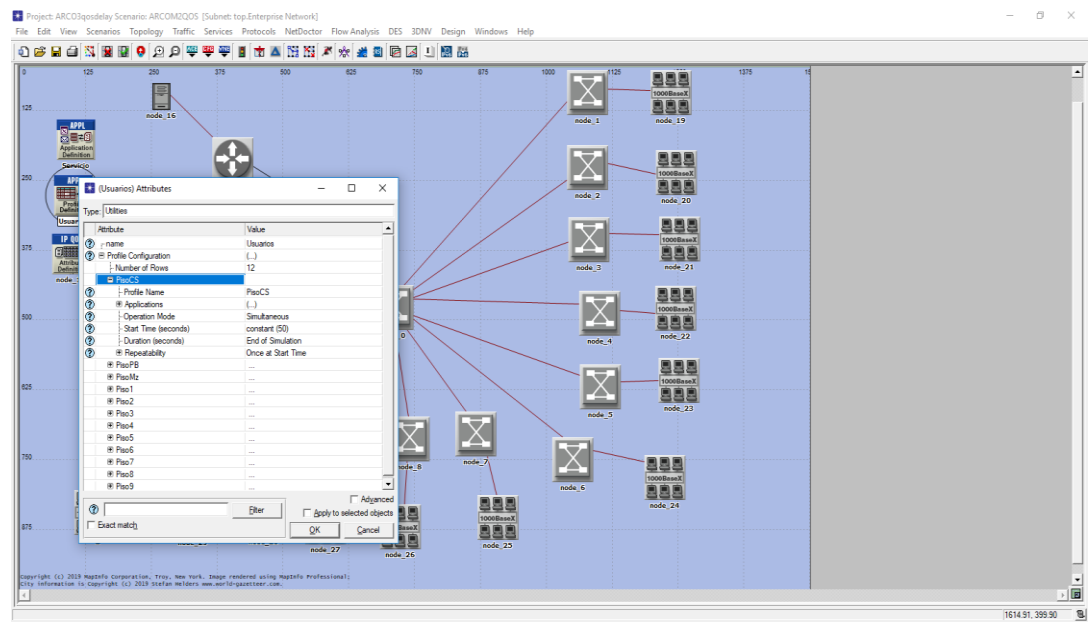
## Anexo 23: Configuración Router Frontera

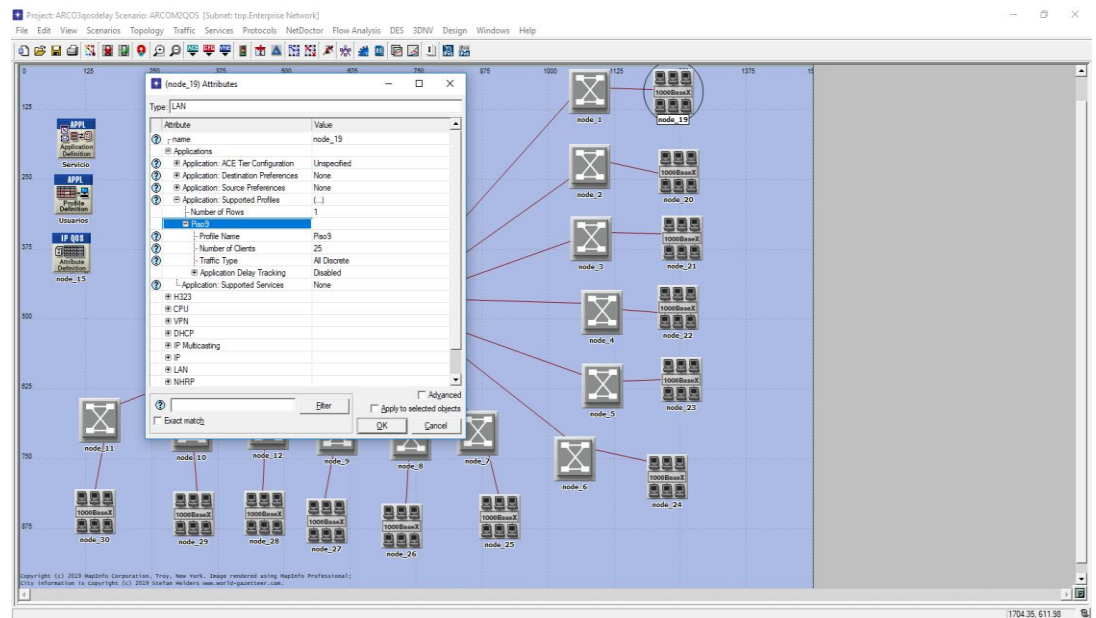
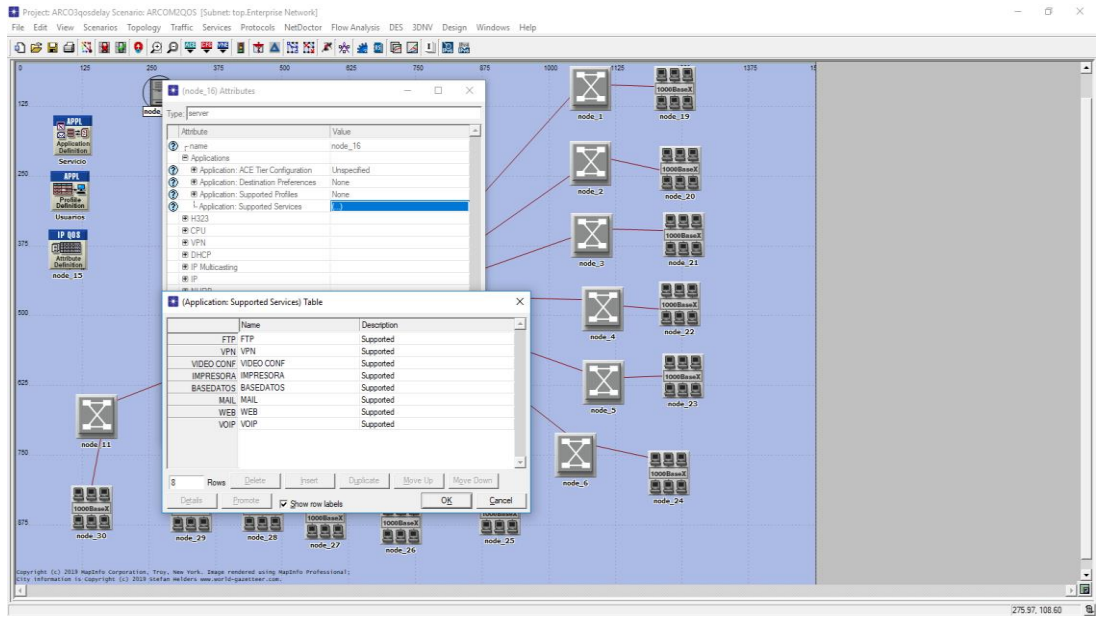
```
!
!
!
spanning-tree mode pvst
!
class-map type inspect match-any c_dmz_a_van
match protocol icmp
match protocol http
match protocol dns
match protocol ftp
match protocol smtp
match protocol pop3
match protocol tcp
class-map type inspect match-any c_van_a_dmz
match protocol http
match protocol smtp
match protocol pop3
match protocol ftp
match protocol tcp
match access-group name ICMP-INI
!
policy-map type inspect p_dmz_a_van
class type inspect c_dmz_a_van
inspect
!
policy-map type inspect p_van_a_dmz
class type inspect c_van_a_dmz
inspect
!
!
!
zone security INSIDE
zone security OUTSIDE
zone-pair security SALIENTE source INSIDE destination OUTSIDE
service-policy type inspect p_dmz_a_van
zone-pair security ENTRANTE source OUTSIDE destination INSIDE
service-policy type inspect p_van_a_dmz
!
!
interface FastEthernet0/0
ip address 172.20.14.1 255.255.255.0
zone-member security INSIDE
ip nat inside
duplex auto
speed auto
!
interface FastEthernet0/1
ip address 200.107.22.1 255.255.255.0

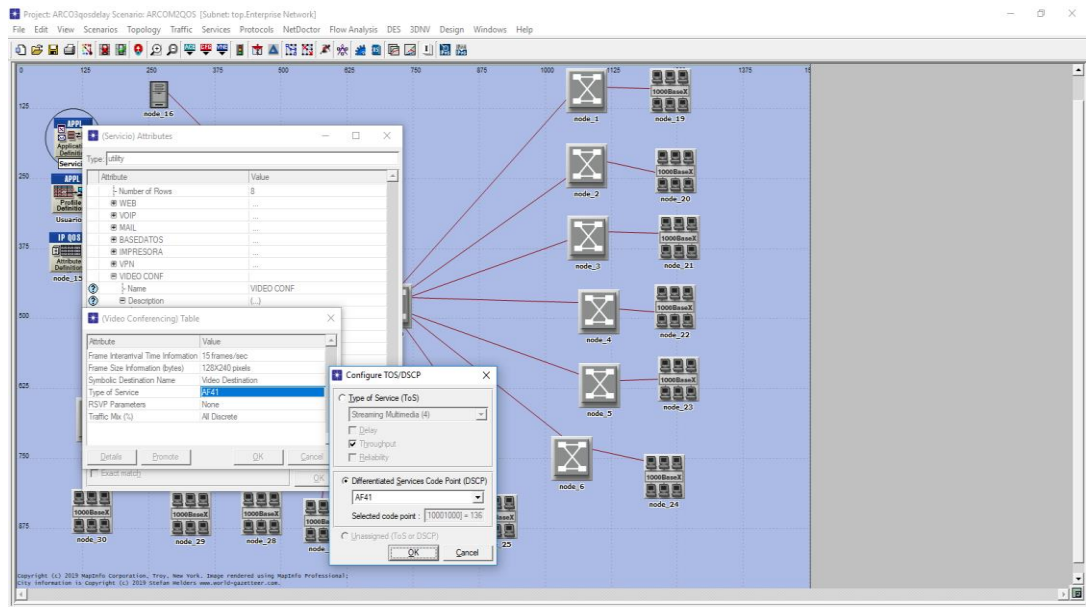
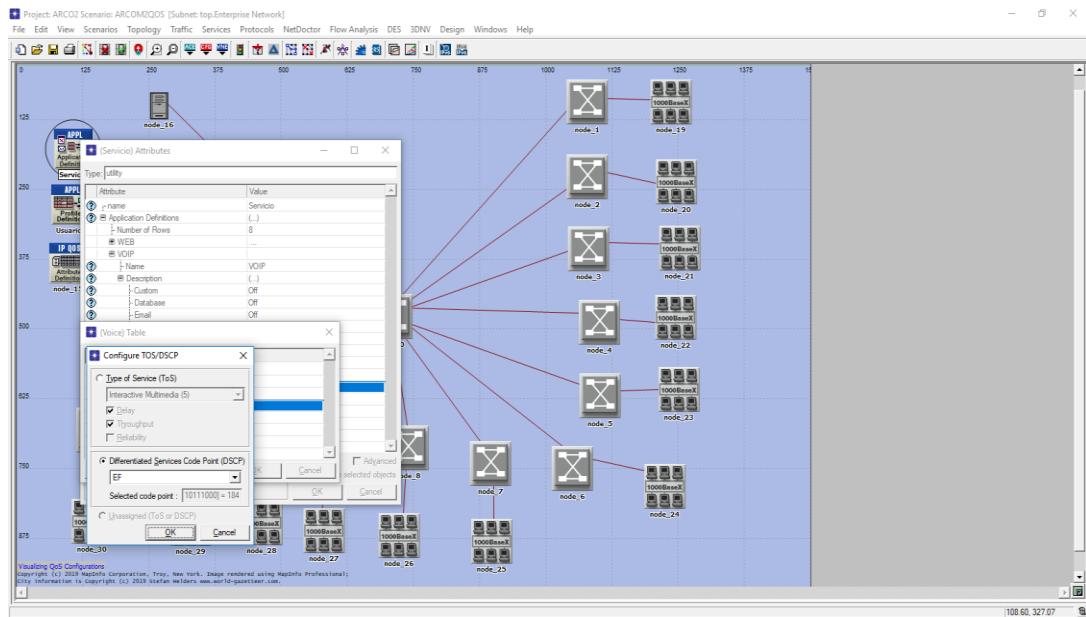
interface FastEthernet0/1
ip address 200.107.22.1 255.255.255.0
zone-member security OUTSIDE
ip nat outside
duplex auto
speed auto
!
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
ip nat inside source static 172.20.14.2 200.107.22.254
ip nat inside source static 172.20.14.3 200.107.22.253
ip nat inside source static 172.20.14.4 200.107.22.252
ip classless
!
ip flow-export version 9
!
!
ip access-list extended ICMP-IN
permit icmp any any echo-reply
!
!
!
```

Elaborado por: Josue Campo

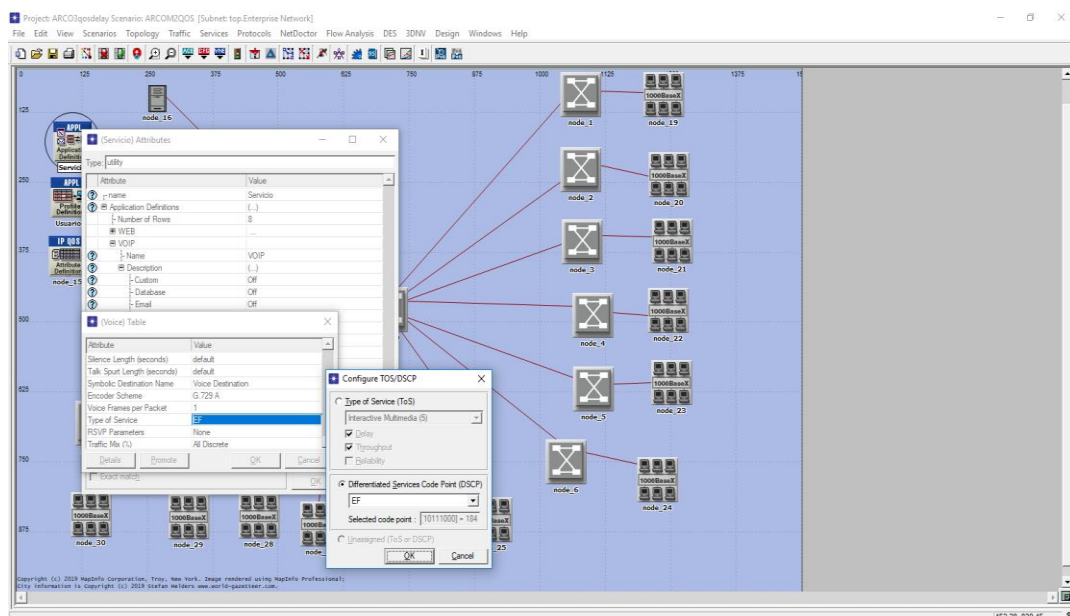
## 14.5











Elaborado por: Josue Campo

## Anexo 25: Parámetros de ingresos del ARCOTEL

ITEM	DETALLE	CODIFICADO USD.	RECAUDADO USD.	% EJE
130312	Concesiones en el Sector de las Telecomunicaciones	223,663,467.89	198,697,419.52	88.84%
130419	Pago por Concentración de Mercados en el Sector de las Telecomunicaciones	57,150,185.00	38,286,566.93	66.99%
130499	Otras Contribuciones	38,013,162.82	25,282,654.99	66.51%
140305	Telecomunicaciones	380,000.00	286,751.94	75.46%
170399	Otros Intereses por Mora	15,355,809.28	3,117,192.72	20.30%
170499	Otras Multas	1,501,443.75	722,381.23	48.11%
190499	Otros no Especificados	11,179,785.31	103,302.14	0.92%
270401	Recuperación por Pérdida de Recursos Públicos a Servidores	3,750.00	3,733.69	99.57%
270402	Recuperación por Pérdida de Recursos Públicos de Aseguradoras y Otros	50.00	41.92	83.84%
380105	Anticipos por Devengar de Ejercicios Anteriores Compra de Bienes y/o Servicios	128,000.00	128,000.00	100.00%
<b>TOTAL</b>		<b>347,375,654.05</b>	<b>266,628,045.08</b>	<b>76.75%</b>

Fuente: ARCOTEL Esigef

## Anexo 26: Parámetros de egresos del ARCOTEL

Descripción	CODIFICADO USD.	DEVENGADO USD.	% Ejec.
51 Gastos en Personal	12.444.441,69	12.444.441,69	100,00%
53 Bienes y Servicios de Consumo	3.374.561,26	3.144.189,64	93,17%
57 Otros Gastos Corrientes	597.583,82	597.228,50	99,94%
58 transferencias y Donaciones	91.792,76	91.792,76	100,00%
64 bienes de Larga Duración	9.995,78	9.995,78	100,00%
99 otros Pasivos	6.538,88	6.538,88	100,00%
<b>Total, general</b>	<b>16.524.914,19</b>	<b>16.294.187,25</b>	<b>98,60%</b>

Fuente: ARCOTEL Esigef



## Anexo 27: Tasas de íteres Banco central julio 2019

Tasas de Interés			
julio - 2019			
1. TASAS DE INTERÉS ACTIVAS EFECTIVAS VIGENTES PARA EL SECTOR FINANCIERO PRIVADO, PÚBLICO Y, POPULAR Y SOLIDARIO			
Tasas Referenciales		Tasas Máximas	
Tasa Activa Efectiva Referencial para el segmento:	% anual	Tasa Activa Efectiva Máxima para el segmento:	% anual
Productivo Corporativo	9.00	Productivo Corporativo	9.33
Productivo Empresarial	9.91	Productivo Empresarial	10.21
Productivo PYMES	10.90	Productivo PYMES	11.83
Productivo Agrícola y Ganadero**	8.51	Productivo Agrícola y Ganadero**	8.53
Comercial Ordinario	9.29	Comercial Ordinario	11.83
Comercial Prioritario Corporativo	8.26	Comercial Prioritario Corporativo	9.33
Comercial Prioritario Empresarial	9.88	Comercial Prioritario Empresarial	10.21
Comercial Prioritario PYMES	11.16	Comercial Prioritario PYMES	11.83
Consumo Ordinario	16.32	Consumo Ordinario	17.30
Consumo Prioritario	16.74	Consumo Prioritario	17.30
Educativo	9.49	Educativo	9.50
Vivienda de Interés Público	4.80	Vivienda de Interés Público	4.99
Inmobiliario	10.11	Inmobiliario	11.33
Microcrédito Agrícola y Ganadero**	19.67	Microcrédito Agrícola y Ganadero**	20.97
Microcrédito Minorista 1*	26.07	Microcrédito Minorista 1*	28.50
Microcrédito de Acumulación Simple 1*	23.58	Microcrédito de Acumulación Simple 1*	25.50
Microcrédito de Acumulación Ampliada 1*	20.45	Microcrédito de Acumulación Ampliada 1*	23.50
Microcrédito Minorista 2*	22.25	Microcrédito Minorista 2*	30.50
Microcrédito de Acumulación Simple 2*	22.47	Microcrédito de Acumulación Simple 2*	27.50
Microcrédito de Acumulación Ampliada 2*	20.46	Microcrédito de Acumulación Ampliada 2*	25.50
Inversión Pública	8.11	Inversión Pública	9.33

Fuente: Banco central Ecuador